

## Plate-type chemical reactor

**Publication number:** DE69610467T

**Publication date:** 2001-02-08

**Inventor:** DUGAN JEFFREY S (US)

**Applicant:** BASF CORP (US)

**Classification:**






**- international:** *B01F5/06; B01F13/00; B01J19/00; B01F5/06; B01F13/00; B01J19/00; (IPC1-7): B01J19/24; B01F5/06; B01J19/00*

**- European:** B01F5/06B2B; B01F13/00M; B01J19/00R

**Application number:** DE19966010467T 19960704

**Priority number(s):** US19950503771 19950718

**Also published as:**

	EP0754492 (A2)
	US5843385 (A1)
	US5658537 (A1)
	MX9601969 (A)
	EP0754492 (A3)

more >>

**Report a data error here**

Abstract not available for DE69610467T

Abstract of corresponding document: **US5843385**

A plate-type chemical reactor and method of using same to react two or more mutually separated fluid component streams are disclosed, wherein the reactor contains one or more reactor plates including at least one reaction-chamber reactor plate; at least one reaction chamber formed on a front facial surface of the reaction-chamber reactor plate(s); and at least one heat exchange channel passing through the reaction-chamber reactor plate(s) such that at least one section of heat exchange channel(s) is disposed in a heat exchange relationship with the reaction chamber(s); the reaction chamber containing: a plurality of inlet means for receiving and directing a plurality of mutually separated fluid component streams, a first mixing zone for mixing the separated fluid component streams to form a single at least partially reacted multicomponent fluid stream thereof, and at least one outlet means.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



⑬ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Übersetzung der  
europäischen Patentschrift**

⑨⑦ **EP 0 754 492 B 1**

⑩ **DE 696 10 467 T 2**

⑤① Int. Cl. 7:  
**B 01 J 19/24**  
B 01 J 19/00  
B 01 F 5/06

②① Deutsches Aktenzeichen: 696 10 467.9  
⑨⑥ Europäisches Aktenzeichen: 96 110 781.0  
⑨⑥ Europäischer Anmeldetag: 4. 7. 1996  
⑨⑦ Erstveröffentlichung durch das EPA: 22. 1. 1997  
⑨⑦ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: 27. 9. 2000  
④⑦ Veröffentlichungstag im Patentblatt: 8. 2. 2001

③⑩ Unionspriorität:  
503771 18. 07. 1995 US

⑦③ Patentinhaber:  
BASF Corp., Mount Olive, N.J., US

⑦④ Vertreter:  
derzeit kein Vertreter bestellt

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:  
BE, CH, DE, FR, GB, IT, LI, NL

⑦② Erfinder:  
Dugan, Jeffrey S., Asheville, US

⑤④ Chemischer Plattenreaktor

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 696 10 467 T 2

DE 696 10 467 T 2

## PLATTENREAKTOR FÜR CHEMISCHE REAKTIONEN

## Beschreibung

5 Die vorliegende Erfindung betrifft einen Reaktor für  
chemische Reaktionen und insbesondere einen  
Plattenreaktor für chemische Reaktionen zur Umsetzung  
von zwei oder mehr Fluidkomponenten, der sowohl  
statische Mischeinrichtungen als auch Wärmeaustausch-  
10 einrichtungen enthält.

Reaktoren für chemische Reaktionen finden in der  
Industrie breite Anwendung zur Durchführung von  
Umsetzungen zwischen zwei oder mehr Fluidkomponenten,  
15 beispielsweise zwischen Flüssigkeiten und Flüssigkei-  
ten, Gasen und Gasen, Aufschlammungen und Aufschlām-  
mungen, Flüssigkeiten und Gasen, Flüssigkeiten und  
Aufschlammungen und Gasen und Aufschlammungen.

20 Bei vielen technischen Reaktoren handelt es sich um  
große, feststehende Einheiten für den kontinuierlichen  
Betrieb bei in etwa konstantem Durchsatz. Diese  
Reaktoren sind im allgemeinen als konventionelle  
Rohrbündel ausgeführt. Hierbei durchlaufen die  
25 Reaktanden Katalysator enthaltende Rohre, deren  
Außenseite Wärme zugeführt wird, in der Regel in Form  
von im Mantel enthaltenen heißen Gasen.

Ein Hauptnachteil von Rohrbündelreaktoren ist in der  
30 Größe dieser Reaktoren zu sehen. Aufgrund der großen  
Abmessungen lassen diese Reaktoren bei Anwendungen zu  
wünschen übrig, die einen kompakteren Reaktor  
erfordern. Für derartige Anwendungen werden im  
allgemeinen Plattenreaktoren bevorzugt.

35 Plattenreaktoren liefern eine kompaktere Gesamteinheit  
als die konventionellen Rohrbündelreaktoren sowie einen

hohen Modularitätsgrad. Aus diesen Gründen werden Plattenreaktoren im allgemeinen bei technischen Anwendungen eingesetzt, bei denen eine hohe Leistungsfähigkeit und Wirksamkeit bei verhältnismäßig geringen Kosten, kleinem Volumen und geringem Gewicht gefordert ist.

Plattenreaktoren werden beispielsweise in den US-Patentschriften 5,209,906 und 4,933,242 beschrieben.

10

Trotz ihrer verhältnismäßigen Kompaktheit sind viele Plattenreaktoren jedoch immer noch unerwünscht sperrig und in der Anfertigung teuer. Dies liegt im allgemeinen daran, daß die Platten in diesen Reaktoren in der Regel dick sind. Derartige dicke Platten machen diese Plattenreaktoren sperrig und daher teuer bezüglich Anfertigung, Inspektion, Reinigung, Wiederverwendung und/oder Austausch. Es wäre daher wünschenswert, weniger sperrige Plattenreaktoren bereitzustellen. Wirtschaftlicher und effizienter ist die bedarfsmäßige Anfertigung von weniger sperrigen Plattenreaktoren mit einer Reihe von unterschiedlichen, untereinander austauschbaren Strukturen zur Erfüllung verschiedenster Bedürfnisse.

25

Viele in Reaktoren durchgeführte Reaktionen besitzen eine Wärmetönung. Dazu gehören beispielsweise Reaktionen im Lauf der Verarbeitung von viskosen Flüssigkeiten oder die Umsetzung von gasförmigen oder flüssigen Systemen in Kontakt mit einem festen Katalysator. Bei derartigen Reaktionen ist es oft unerlässlich, die Reaktanden bei einer genau spezifizierten Temperatur zu halten und bei dem Verfahren je nachdem, ob die Reaktion exotherm oder endotherm ist, Wärme ab- oder zuzuführen. Eine unzureichende Temperaturregelung kann zur Bildung von unerwünschten Produkten führen. So kann beispielsweise bei radikalischen Polymerisationen

30

35

der Verlust oder das Fehlen einer ausreichenden  
Temperaturregelung zu Produkten mit unerwünschtem  
Molekulargewicht und somit unerwünschten physikalischen  
Eigenschaften führen. Bei isothermen Reaktionen kann  
5 eine unzureichende Temperaturregelung zu unerwünschter  
Vernetzung oder in dem Fall, daß ein thermoplastisches  
Produkt hergestellt werden soll, zur Bildung un-  
erwünschter vernetzter Gele führen. Zuweilen kann eine  
zu hohe Temperatur Depolymerisation und damit einher-  
10 gehenden Molekulargewichtsabbau verursachen.

In vielen Fällen können Temperaturgradienten in  
Verbindung mit Verweilzeitschwankungen zu beträchtlich  
geringeren Produktausbeuten führen.

15 Die genaue Steuerung der Reaktionsbedingungen kann sich  
insbesondere bei stufenweise geführten Reaktionen als  
notwendig erweisen. Bei derartigen Reaktionen sind in  
einer ersten Stufe häufig bestimmte Komponenten-  
20 konzentrationen, Verweilzeiten und Temperaturen zur  
Erzielung optimaler Ergebnisse erforderlich, wohingegen  
in nachfolgenden Stufen zur effizientesten Herstellung  
eines Produkts mit größtmöglicher Reinheit ein anderer  
Satz von Bedingungen erforderlich ist.

25 Daher ist es wünschenswert, einen Reaktor bereitzustel-  
len, der Einrichtungen zur Steuerung der Temperatur und  
Verweilzeit der darin enthaltenen Reaktanden aufweist,  
ob die Reaktion nun ein- oder mehrstufig durchgeführt  
30 wird. Über Reaktoren mit Einrichtungen zur  
Temperaturregelung wird beispielsweise in den US-  
Patentschriften 5,209,906 von Watkins et al., 4,421,162  
von Tollar und 3,528,783 von Haseldon berichtet, auf  
die hiermit ausdrücklich Bezug genommen wird.

35 Außerdem sollte ein Reaktor Einrichtungen zum Mischen  
der Reaktanden enthalten.

Mischer gehören ganz allgemein zu zwei Klassen, nämlich kontinuierliche Mischer und Chargenmischer. In einem kontinuierlichen Mischer werden die zu mischenden Komponenten mit einer bestimmten Durchflußrate in eine Mischkammer eingetragen, in der die Komponenten durch mechanisches Rühren und/oder die Wirkung der Geschwindigkeit und Turbulenz der Komponenten gemischt werden. Leider liefern kontinuierliche Mischer nicht immer einen für eine vollständige Durchmischung ausreichenden Kontakt zwischen den Molekülen der Komponenten. Wenn das Mischen die Umsetzung der Komponenten bezweckt, ist oft überschüssiges Reagens erforderlich, um das ineffiziente Mischen auszugleichen und den größtmöglichen Kontakt zwischen den Molekülen der Komponenten zu erzielen. Die Ineffizienz kontinuierlicher Mischer führt somit zu zusätzlichen Kosten in Verbindung mit der Verwendung von überschüssigem Reagens und der Verwendung von Energie zum Betrieb des Mixers.

In einem Chargenmischer werden mehrere zu mischende Komponenten in einen Behälter eingebracht und mittels Rühren, Drehen, Taumeln oder dergleichen gemischt. Auch Chargenmischer sind mit Nachteilen behaftet. So ist das chargenweise Mischen beispielsweise verhältnismäßig langsam, da man dabei die Komponenten der Mischkammer zuführen und über einen zur Vermischung des gesamten Komponentenvolumens ausreichenden Zeitraum mischen und dann die Mischung aus der Mischkammer austragen muß. Darüber hinaus sind Chargenmischer in der Regel groß, da zu einer gegebenen Zeit eine ganze Charge gemischt wird. Außerdem arbeiten Chargenmischer häufig ineffizient.

Es ist daher wünschenswert, einen Reaktor bereitzustellen, der selbst eine Mischeinrichtung enthält, damit mehrere Komponenten effizient und gründlich

miteinander vermischt werden. Es ist außerdem  
wünschenswert, daß eine derartige Mischeinrichtung im  
Betrieb vollkommen statisch ist und keine beweglichen  
Teile enthält. Darüber hinaus ist es wünschenswert, daß  
5 eine derartige Mischeinrichtung so flexibel ist, daß  
sie verschiedenen speziellen Bedürfnissen und System-  
konfigurationen Rechnung tragen kann. Es ist außerdem  
wünschenswert, daß der Reaktor in dem Bereich, in dem  
das Mischen stattfindet, eine Temperaturregelung  
10 ermöglicht.

Statische Mischer sind gut bekannte Mischaggregate, die  
im allgemeinen keine beweglichen Teile enthalten. Das  
Mischen erfolgt in statischen Mixern dadurch, daß man  
15 einen sich bewegenden Strom auf ortsfeste Elemente  
richtet, die den Strom ablenken und zerteilen oder  
durch Kanäle oder Rohre zwingen. Durch die mehrfache  
Unterteilung und Wiedervereinigung eines Stroms im  
statischen Mischer wird der Strom homogenisiert.  
20 Statische Mischer eignen sich auch zum Mischen von zwei  
unterschiedlichen Fluiden oder von verschiedenen aus  
einem einzigen Fluid abgeschiedenen Komponenten. So  
wird beispielsweise Rohmilch, die große Butterfett-  
kügelchen enthält, häufig mit einem statischen Mischer  
25 zu einem einheitlichen und gleichbleibenden Produkt  
homogenisiert.

Es ist daher wünschenswert, daß die Mischeinrichtung im  
Reaktor aus einem statischen Mischer besteht.  
30

Der vorliegenden Erfindung lag die primäre Aufgabe  
zugrunde, einen Reaktor bereitzustellen, der Einrich-  
tungen zur Steuerung der Temperatur der umzusetzenden  
Komponenten enthält.

Der vorliegenden Erfindung lag ferner die Aufgabe zugrunde, einen Reaktor bereitzustellen, der Einrichtungen zum Mischen der Komponenten enthält.

- 5 Der vorliegenden Erfindung lag ferner die Aufgabe zugrunde, einen Reaktor bereitzustellen, in dem man Komponenten an einem Punkt mischen kann, an dem die Temperatursteuerung am besten ist.
- 10 Der vorliegenden Erfindung lag ferner die Aufgabe zugrunde, einen Reaktor bereitzustellen, der Einrichtungen zur Temperatursteuerung in den Mischeinrichtungen enthält.
- 15 Der vorliegenden Erfindung lag ferner die Aufgabe zugrunde, einen Reaktor bereitzustellen, der Einrichtungen zur Steuerung des Mischgrads der Komponenten aufweist.
- 20 Der vorliegenden Erfindung lag weiterhin die Aufgabe zugrunde, einen Reaktor bereitzustellen, der Einrichtungen zur Steuerung der Verweilzeit der Komponenten im Reaktor aufweist.
- 25 Der vorliegenden Erfindung lag außerdem die Aufgabe zugrunde, einen Reaktor bereitzustellen, der Einrichtungen zur Steuerung der Verweilzeit der Komponenten, der Temperatur der Komponenten und des Mischgrads in Stufen aufweist.
- 30 Der vorliegenden Erfindung lag ferner die Aufgabe zugrunde, einen Reaktor bereitzustellen, der nicht so sperrig und nicht so teuer bezüglich Anfertigung, Inspektion, Reinigung, Wiederverwendung und/oder
- 35 Austausch ist wie vorbekannte Reaktoren.



Der vorliegenden Erfindung lag weiterhin die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Umsetzung von zwei oder mehr Komponenten mit Hilfe eines Reaktors mit den oben bei einer oder mehreren Aufgaben aufgeführten Merkmalen.

Diese und andere Aufgaben, die erfindungsgemäß gelöst werden, ergeben sich aus der folgenden Beschreibung.

- 10 Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Plattenreaktor für chemische Reaktionen zur Umsetzung von zwei oder mehr voneinander getrennten Fluidkomponentenströmen mit einer oder mehreren Reaktorplatten einschließlich mindestens einer Reaktionskammer-Reaktorplatte, mit mindestens einer auf einer Vorderseitenfläche der Reaktionskammer-Reaktorplatte(n) ausgebildeten Reaktionskammer und mindestens einem Wärmeaustauschkanal, der die Reaktionskammer-Reaktorplatte(n) so durchläuft, daß mindestens ein
- 20 Abschnitt des Wärmeaustauschkanals bzw. der Wärmeaustauschkanäle in Wärmeaustauschbeziehung mit der Reaktionskammer bzw. den Reaktionskammern angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Reaktionskammer mehrere Einlaßeinrichtungen zum Zuführen mehrerer
- 25 voneinander getrennter Fluidkomponentenströme, eine erste Mischzone zum Mischen der getrennten Fluidkomponentenströme zu einem einzigen, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponentenfluidstrom und mindestens eine Auslaßeinrichtung enthält.
- 30 Nach bevorzugten Ausführungsformen enthält der erfindungsgemäße Reaktor ferner eine vor der ersten Mischzone angeordnete turbulenz erzeugende Zone und einen hinter der ersten Mischzone angeordneten
- 35 Strömungsteiler.

Die turbulenz erzeugende Zone ist so ausgeführt, daß in den Fluidkomponentenströmen vor oder bei dem Mischen der Ströme zu dem zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponentenfluidstrom Turbulenz erzeugt wird. Die

5 turbulenz erzeugende Zone kann durch beliebige konventionelle Einrichtungen gebildet werden, wie z.B. Umlenkbleche. Vorzugsweise wird die turbulenz erzeugende Zone durch die Konfiguration der Reaktionskammer selbst gebildet. So verursacht beispielsweise in den hier

10 gezeigten Figuren 1-10 die Verengung der X-förmigen Reaktionskammer an oder unmittelbar vor deren erster Mischzone eine Erhöhung der Geschwindigkeit und Turbulenz eines den verengten Teil durchlaufenden Stroms.

15

Der Strömungsteiler ist so ausgeführt, daß der zumindest teilweise umgesetzte Mehrkomponentenstrom in mehrere, zumindest teilweise umgesetzte Mehrkomponententeilströme geteilt wird, die dann zur

20 Gewährleistung einer gründlichen Durchmischung der Komponenten so oft wie gewünscht wieder zusammengeführt und erneut geteilt werden können. Die Reaktionskammer bzw. Reaktionskammern ist bzw. sind X- oder T-förmig ausgeführt.

25

Einen weiteren Gegenstand der vorliegenden Erfindung bildet ein Verfahren zur Umsetzung von zwei oder mehr Fluidkomponentenströmen mit Hilfe des erfindungsgemäßen Reaktors.

30

Ein Hauptvorteil des erfindungsgemäßen Reaktors besteht darin, daß mehrere erste Mischzonen, turbulenz erzeugende Zonen, Strömungsteilungskanäle und Reaktionskammern mit verhältnismäßig geringem Aufwand aus-

35 gebildet werden können, wenn diese Strömungswege durch Ätzen ausgebildet werden und die Reaktorplatte bzw. die Reaktorplatten verhältnismäßig dünn ist bzw. sind.

Außerdem ermöglicht der erfindungsgemäße Reaktor eine bessere Steuerung der Temperatur, der Verweilzeit und des Mischgrads im Reaktor.

- 5    Figur 1 zeigt schematisch eine Seitenansicht im Schnitt  
einer innerhalb des Schutzbereichs der vorliegenden  
Erfindung liegenden ersten Ausführungsform eines  
Reaktors, wobei der Reaktor aus zwei Endplatten und  
einem dazwischen angeordneten Reaktorplattenstapel  
10 besteht.

Die Figuren 2a und 2b zeigen eine Draufsicht bzw.  
Längsseitenansicht im Schnitt einer in dem Reaktor  
gemäß Figur 1 angeordneten ersten Endplatte.

- 15    Die Figuren 3a und 3b zeigen eine Draufsicht bzw.  
Längsseitenansicht im Schnitt einer in dem Reaktor  
gemäß Figur 1 angeordneten ersten Reaktorplatte.

20    Die Figuren 4a und 4b zeigen eine Draufsicht bzw.  
Längsseitenansicht im Schnitt einer in dem Reaktor  
gemäß Figur 1 angeordneten zweiten Reaktorplatte.

- Die Figuren 5a und 5b zeigen eine Draufsicht bzw.  
25    Längsseitenansicht im Schnitt einer in dem Reaktor  
gemäß Figur 1 angeordneten dritten Reaktorplatte.

Die Figuren 6a und 6b zeigen eine Draufsicht bzw.  
Längsseitenansicht im Schnitt einer in dem Reaktor  
30    gemäß Figur 1 angeordneten vierten Reaktorplatte.

- Die Figuren 7a und 7b zeigen eine Draufsicht bzw.  
Längsseitenansicht im Schnitt einer in dem Reaktor  
gemäß Figur 1 angeordneten fünften Reaktorplatte.

35

Die Figuren 8a und 8b zeigen eine Draufsicht bzw. Längsseitenansicht im Schnitt einer in dem Reaktor gemäß Figur 1 angeordneten sechsten Reaktorplatte.

- 5 Die Figuren 9a und 9b zeigen eine Draufsicht bzw. Längsseitenansicht im Schnitt einer in dem Reaktor gemäß Figur 1 angeordneten siebten Reaktorplatte.

- Die Figuren 10a und 10b zeigen eine Draufsicht bzw.  
10 Längsseitenansicht im Schnitt einer in dem Reaktor gemäß Figur 1 angeordneten zweiten Endplatte.

- Die Figuren 11a und 11b zeigen eine Draufsicht bzw. Längsseitenansicht im Schnitt eines Reaktorplattenstapels zur Verwendung in einer innerhalb des  
15 Schutzbereichs der vorliegenden Erfindung liegenden zweiten Ausführungsform eines Reaktors.

- Die Figuren 12a und 12b zeigen eine Draufsicht bzw.  
20 Längsseitenansicht im Schnitt einer in dem Reaktorplattenstapel gemäß den Figuren 11a und 11b vorliegenden ersten Reaktorplatte.

- Die Figuren 13a und 13b zeigen eine Draufsicht bzw.  
25 Längsseitenansicht im Schnitt einer in dem Reaktorplattenstapel gemäß den Figuren 11a und 11b vorliegenden zweiten Reaktorplatte.

- Die Figuren 14a und 14b zeigen eine Draufsicht bzw.  
30 Längsseitenansicht im Schnitt einer in dem Reaktorplattenstapel gemäß den Figuren 11a und 11b vorliegenden dritten Reaktorplatte.

- Die Figuren 15a und 15b zeigen eine Draufsicht bzw.  
35 Längsseitenansicht im Schnitt einer in dem Reaktorplattenstapel gemäß den Figuren 11a und 11b vorliegenden vierten Reaktorplatte.

In dem erfindungsgemäßen Reaktor werden mindestens zwei Fluidkomponentenströme auf einer gemeinsamen Seitenfläche einer Reaktorplatte im Reaktor unter  
5 gleichzeitigem Wärmeaustausch mit mindestens einem im Reaktor vorliegenden Wärmeaustauschfluid miteinander vermischt. Somit finden in dem erfindungsgemäßen Reaktor Mischung und Wärmeaustausch gleichzeitig auf einer gemeinsamen Seitenfläche einer sich darin  
10 befindlichen Reaktorplatte statt.

Der erfindungsgemäße Reaktor besteht aus einer oder mehreren Reaktorplatten mit mindestens einer Reaktionskammer-Reaktorplatte und mindestens einem die  
15 Reaktionskammer-Reaktorplatte durchlaufenden Wärmeaustauschkanal. Nach bevorzugten Ausführungsformen enthält der erfindungsgemäße Reaktor mehrere Reaktorplatten, die Vorderseite an Rückseite aufeinander-  
gestapelt sind. Nach weiter bevorzugten Ausführungs-  
20 formen sind die Reaktorplatten zwischen einer ersten und einer zweiten Endplatte gestapelt.

In dem erfindungsgemäßen Reaktor enthält jede Reaktorplatte mindestens eine "Reaktionskammer" und/oder  
25 mindestens eine "Strömungsteilungskammer". Unter einer "Reaktionskammer" ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung eine Kammer zu verstehen, in der mehrere Komponenten miteinander reagieren. Unter "Strömungsteilungskammer" ist im Rahmen der vorliegenden  
30 Erfindung eine Kammer zu verstehen, in der der zumindest teilweise umgesetzte Mehrkomponentenfluidstrom in mehrere, zumindest teilweise umgesetzte Mehrkomponentenfluidteilströme geteilt wird.

35 In dem erfindungsgemäßen Reaktor handelt es sich bei mindestens einer Reaktorplatte um eine "Reaktionskammer-Reaktorplatte". Hierunter ist im Rahmen der

vorliegenden Erfindung eine Reaktorplatte zu verstehen, auf deren Vorderseitenfläche mindestens eine Reaktionskammer ausgebildet ist. Eine Reaktionskammer-Reaktorplatte kann ausschließlich Reaktionskammern oder außerdem auch noch eine oder mehrere Strömungsteilungskammern enthalten. Nach einigen bevorzugten Ausführungsformen besteht der erfindungsgemäße Reaktor ferner aus mindestens einer "Strömungsteilungs-Reaktorplatte". Hierunter ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung eine Reaktorplatte zu verstehen, auf deren Vorderseitenfläche mindestens eine Strömungsteilungskammer ausgebildet ist. Eine Strömungsteilungs-Reaktorplatte kann ausschließlich Strömungsteilungskammern oder außerdem auch noch eine oder mehrere Reaktionskammern enthalten. Enthält eine Reaktorplatte sowohl eine Reaktionskammer als auch eine Strömungsteilungskammer, so wird sie im Rahmen der vorliegenden Erfindung als "Reaktionskammer-Reaktorplatte" bezeichnet, wenn es sich bei der am weitesten stromaufwärts liegenden Kammer um eine Reaktionskammer handelt. Wenn es sich bei der am weitesten stromaufwärts liegenden Kammer dagegen um eine Strömungsteilungskammer handelt, wird die Platte im Rahmen der vorliegenden Erfindung als "Strömungsteilungs-Reaktorplatte" bezeichnet.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Reaktors handelt es sich bei jeder Reaktorplatte um eine Reaktionskammer-Reaktorplatte. Diese Ausführungsform wird hier z.B. in den Figuren 1-10 dargestellt.

Nach einer anderen bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Reaktors enthalten die Reaktorplatten mindestens eine und vorzugsweise mehrere Reaktionskammer-Reaktorplatten und mindestens eine und vorzugsweise mehrere Strömungsteilungs-Reaktorplatten, wobei jede Strömungsteilungs-Reaktorplatte jeweils zwei

Reaktionskammer-Reaktorplatten voneinander trennt. Diese Ausführungsform wird hier z.B. in den Figuren 11-15 dargestellt.

- 5 Die Reaktionskammer enthält mehrere Einlaßeinrichtungen zum Zuführen mehrerer voneinander getrennter Fluidkomponentenströme, eine erste Mischzone zum Mischen der getrennten Fluidkomponentenströme zu einem einzigen, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponentenfluid-  
10 strom und mindestens eine Auslaßeinrichtung.

Nach bevorzugten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung besteht der Reaktor aus mehreren Reaktionskammern in Reihenschaltung. Die Reaktionskammern können  
15 alle in einer einzigen Reaktorplatte ausgebildet oder in mehreren Reaktorplatten verteilt sein. Nach einer besonders bevorzugten Ausführungsform besteht der erfindungsgemäße Reaktor aus mehreren Reaktionskammer-Reaktorplatten, die Vorderseite an Rückseite  
20 aufeinandergestapelt sind und auf deren Vorderseitenfläche jeweils mehrere Reaktionskammern ausgebildet sind.

- Bei Verwendung von mehreren Reaktionskammern sind die  
25 Kammern vorzugsweise in Reihe geschaltet, d.h. jede Reaktionskammer außer der ersten Reaktionskammer der Reihe ist in Fließverbindung mit einer vorhergehenden (d.h. stromaufwärts liegenden) Reaktionskammer der Reihe verbunden, und jede Reaktionskammer außer der  
30 letzten Reaktionskammer der Reihe ist in Fließverbindung mit einer nachfolgenden (d.h. stromabwärts liegenden) Reaktionskammer verbunden.

Vorzugsweise sind die Einlaßeinrichtungen in der  
35 Reaktionskammer bzw. den Reaktionskammern so angeordnet, daß sie die voneinander getrennten Fluidkomponentenströme in einer Primärrichtung

aufnehmen und in zur Primärriichtung weitgehend senkrechte Richtungen führen. Unter "Primärriichtung" ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung eine Richtung zu verstehen, die im wesentlichen senkrecht zur Vorderseitenfläche bzw. zu den Vorderseitenflächen der Reaktorplatte(n) verläuft.

Nach bevorzugten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Reaktors enthält die Reaktionskammer bzw. enthalten die Reaktionskammern eine turbulenzerzeugende Zone zur Erzeugung von Turbulenz in den getrennten Fluidkomponentenströmen vor oder bei dem Mischen der Ströme in der ersten Mischzone. Die turbulenzerzeugende Zone ist vorzugsweise hinter den Einlaßeinrichtungen und vor der ersten Mischzone angeordnet und steht mit ihnen in Fließverbindung.

Die erste Mischzone ist hinter den Einlaßeinrichtungen angeordnet und steht mit ihnen in Fließverbindung. Die erste Mischzone ist so ausgeführt, daß die getrennten Fluidkomponentenströme zu einem einzigen, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponentenfluidstrom zusammengeführt werden. Nach bevorzugten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Reaktors ist mindestens ein Abschnitt des Wärmeaustauschkanals bzw. der Wärmeaustauschkanäle in Wärmeaustauschbeziehung mit der ersten Mischzone angeordnet. Durch die Wärmeaustauschbeziehung zwischen der ersten Mischzone und dem Abschnitt bzw. den Abschnitten des Wärmeaustauschkanals bzw. der Wärmeaustauschkanäle können Mischen und Wärmeaustausch auf einer gemeinsamen Seitenfläche der Reaktorplatte erfolgen.

Nach bevorzugten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Reaktors enthält der Reaktor mindestens einen Strömungsteiler zum Teilen des in der ersten Mischzone der Reaktionskammer(n) gebildeten, zumindest teilweise



umgesetzten Mehrkomponentenfluidstroms in mehrere, zumindest teilweise umgesetzte Mehrkomponentenfluidteilströme. Der Strömungsteiler kann in der Reaktionskammer bzw. den Reaktionskammern selbst oder in einer in der Reaktionskammer-Reaktorplatte oder in einer separaten Strömungsteilungs-Reaktorplatte ausgebildeten separaten Strömungsteilungskammer angeordnet sein. Der Strömungsteiler kann aus beliebigen physikalischen Barrieren oder Strömungsteilern bestehen, die zum Teilen eines Stroms in Teilströme üblich sind.

Nach einer besonders bevorzugten Ausführungsform befindet sich der Strömungsteiler in der Reaktionskammer selbst, ist hinter der ersten Mischzone angeordnet und steht mit ihr in Fließverbindung. Diese Ausführungsform ist hier beispielsweise in den Figuren 1-10 dargestellt.

Nach einer anderen besonders bevorzugten Ausführungsform, wie sie weiter oben bereits erwähnt wurde, ist der Strömungsteiler in einer separaten Strömungsteilungskammer angeordnet, die vorzugsweise in einer separaten, neben der Reaktionskammer-Reaktorplatte bzw. den Reaktionskammer-Reaktorplatten angeordneten Reaktorplatte angeordnet ist. Vorzugsweise sind die Strömungsteilungs-Reaktorplatten jeweils zwischen zwei Reaktionskammer-Reaktorplatten angeordnet. Ist der Strömungsteiler in einer separaten Strömungsteilungskammer angeordnet, so enthält jede Strömungsteilungs-Reaktorplatte vorzugsweise mehrere Strömungsteilungskammern, wobei die Reaktionskammern und die Strömungsteilungskammern besonders bevorzugt in Reihe geschaltet sind. In einer derartigen Reihe sind die Strömungsteilungskammern jeweils zwischen zwei Reaktionskammern angeordnet und stehen mit ihnen in Fließverbindung. Diese Ausführungsform wird hier z.B. in den Figuren 11-15 dargestellt.

Die Zahl der Auslaßeinrichtungen richtet sich danach, ob in der/den Reaktionskammer(n) ein Strömungsteiler angeordnet ist. Ist dies nicht der Fall, so weist die

- 5 Kammer bzw. weisen die Kammern im allgemeinen eine einzige Auslaßeinrichtung auf, durch die der einzige, zumindest teilweise umgesetzte Mehrkomponentenfluidstrom aus der Kammer austritt. Enthält die Reaktionskammer dagegen einen Strömungsteiler, so weist die
- 10 Kammer bzw. weisen die Kammern vorzugsweise mehrere Auslaßeinrichtungen auf, wobei jede Auslaßeinrichtung so angeordnet ist, daß sie einen der zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponentenfluidteilströme aufnimmt.

15

- Der Strömungsteiler ist so angeordnet, daß er den in der ersten Mischzone der Reaktionskammer(n) gebildeten einzigen, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponentenfluidstrom aufnimmt und in mehrere voneinander getrennte, zumindest teilweise umgesetzte
- 20 Mehrkomponententeilströme teilt.

- Der Strömungsteiler kann in der Reaktionskammer selbst oder in einer separaten, mit der Reaktionskammer in
- 25 Fließverbindung angeordneten Strömungsteilungskammer angeordnet sein. Befindet sich der Strömungsteiler in der Reaktionskammer, so ist der Strömungsteiler im allgemeinen hinter der ersten Mischzone und vor der Auslaßeinrichtung angeordnet. Der Strömungsteiler ist
- 30 vorzugsweise so ausgeführt, daß der einzige, zumindest teilweise umgesetzte Mehrkomponentenfluidstrom in der zweiten Richtung, d.h. einer zur ersten Richtung, in der die Einlaßeinrichtungen der Reaktionskammer die geteilten Ströme aufnehmen, im wesentlichen senkrechten
- 35 Richtung.

Nach einer anderen Ausführungsform des erfindungs-  
gemäßen Reaktors befindet sich der Strömungsteiler in  
mindestens einer separaten Strömungsteilungskammer, die  
in Fließverbindung mit der Reaktionskammer angeordnet  
5 ist. Die Strömungsteilungskammer bzw. Strömungs-  
teilungskammern ist bzw. sind in einer Vorderseiten-  
fläche mindestens einer zweiten Reaktorplatte angeord-  
net. Die Strömungsteilungskammer ist vorzugsweise so  
angeordnet, daß sie den einzigen Mehrkomponenten-  
10 fluidstrom in der ersten Richtung aus der Auslaß-  
einrichtung der Reaktionskammer aufnimmt.

Ist der Strömungsteiler in der Reaktionskammer an-  
geordnet, so kann die Reaktionskammer außerdem auch  
15 noch mindestens eine zweite Mischzone enthalten, die  
mit dem Strömungsteiler in Fließverbindung steht und  
dahinter angeordnet ist. Die zweite Mischzone ist  
vorzugsweise in Wärmeaustauschbeziehung mit einem  
zweiten Abschnitt des Wärmeaustauschkanals bzw. der  
20 Wärmeaustauschkanäle oder mit einem zweiten Wärme-  
austauschkanal angeordnet. Zur gründlicheren Durch-  
mischung kann eine vor der zweiten Mischzone angeord-  
nete und mit ihr in Fließverbindung stehende zweite  
turbulenzerzeugende Zone angeordnet sein.

25 Der Wärmeaustauschkanal (bzw. die Wärmeaustauschkanäle)  
durchläuft die erste Reaktorplatte bzw. die ersten  
Reaktorplatten und ist zumindest teilweise in Wärme-  
austauschbeziehung mit der Reaktionskammer bzw. den  
30 Reaktionskammern angeordnet. Der in Wärmeaustausch-  
beziehung mit der Reaktionskammer bzw. den Reaktions-  
kammern angeordnete Abschnitt des Wärmeaustauschkanals  
ist vorzugsweise in Wärmeaustauschbeziehung mit der  
ersten Mischzone der Reaktionskammer angeordnet. Dieser  
35 Abschnitt des Wärmeaustauschkanals ist entweder hinter  
der ersten Mischzone oder in der ersten Mischzone an-  
geordnet. Der Wärmeaustauschkanalabschnitt durchläuft

die erste Mischzone vorzugsweise mit Hilfe einer Öffnung oder eines Durchgangslochs in der ersten Mischzone.

- 5 Die erste Mischzone ist hinter den Einlaßeinrichtungen angeordnet und steht mit ihnen in Fließverbindung. Die erste Mischzone ist so ausgeführt, daß sie die getrennten Fluidkomponentenströme zu einem einzigen, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponentenfluidstrom zusammenführt. Nach bevorzugten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Reaktors ist der Wärmeaustauschkanal bzw. sind die Wärmeaustauschkanäle in Wärmeaustauschbeziehung mit der ersten Mischzone angeordnet. Ganz besonders bevorzugt durchläuft der Wärmeaustauschkanal bzw. durchlaufen die Wärmeaustauschkanäle den Mischbereich wie hier z.B. in den Figuren 1-10 gezeigt.

- Die Reaktionskammern des erfindungsgemäßen Reaktors können außerdem auch noch einen oder mehrere Einlaß- oder Auslaßkanäle enthalten. Derartige Kanäle eignen sich z.B. zur Zuführung eines neuen Reagens im entsprechenden Schritt einer Stufenreaktion oder zur Abführung eines Teils des Reagens, eines abgetrennten Stroms oder des in der ersten Mischzone gebildeten einzigen Mehrkomponentenfluidstroms aus der Reaktionskammer.

- Nach bevorzugten Ausführungsformen besteht der erfindungsgemäße Reaktor aus mindestens einer ersten Endplatte und mindestens einer zweiten Endplatte, zwischen denen die Reaktorplatte bzw. der Reaktorplattenstapel angeordnet ist bzw. sind. Die Endplatten dienen zum Teil zur Begrenzung des Fluidstroms im Reaktor. Die erste Endplatte, die sich im allgemeinen auf einer Vorderseitenfläche einer Reaktorplatte (z.B. der obersten Reaktorplatte in einem Reaktorplattenstapel) befindet, kann zum Teil als Einlaßverteiler-

- platte dienen, durch die die Fluidkomponentenströme und das Wärmeaustauschfluid bzw. die Wärmeaustauschfluide dem erfindungsgemäßen Reaktor zugeführt werden. Sowohl die erste Endplatte als auch die zweite Endplatte, die
- 5 im allgemeinen auf einer Hinterseitenfläche einer Reaktorplatte (z.B. der untersten Reaktorplatte in einem vertikalen Reaktorplattenstapel) angeordnet ist, können auch zum Teil als Wärmeaustauschfluid-Verteilerplatten dienen, wobei jede Endplatte einen Mehrfach-
- 10 kanal zum Transportieren des Wärmeaustauschfluids von einer Reihe von Reaktionskammern zu einer anderen Reihe von Reaktionskammern enthält. Somit enthält die erste Endplatte vorzugsweise mindestens eine Einlaßöffnung für das Wärmeaustauschfluid bzw. die Wärmeaustausch-
- 15 fluide und mehrere zweite Einlaßöffnungen für die voneinander getrennten Fluidkomponentenströme; und die zweite Endplatte enthält vorzugsweise mindestens eine Auslaßöffnung oder mindestens einen Strömungsübertragungskanal für das Wärmeaustauschfluid bzw. die
- 20 Wärmeaustauschfluide. Somit führt man bei dem erfindungsgemäßen Verfahren dem Reaktor das Wärmeaustauschfluid bzw. die Wärmeaustauschfluide vorzugsweise zu, indem man das Wärmeaustauschfluid bzw. die Wärmeaustauschfluide durch die erste(n) Einlaß-
- 25 öffnung(en) oder den Strömungsübertragungskanal bzw. die Strömungsübertragungskanäle führt, während man die voneinander getrennten Fluidkomponentenströme durch die zweiten Einlaßöffnungen führt.
- 30 Die Endplatten sind vorzugsweise von den Reaktorplatten, auf denen die Endplatten angeordnet sind, abnehmbar.

Die Endplatten können aus jedem beliebigen Werkstoff

35 bestehen, mit dem sie die oben beschriebenen Zwecke erfüllen können. Die Endplatten können aus dem gleichen Werkstoff wie die Reaktorplatten bestehen.

In dem erfindungsgemäßen Reaktor ist die Reaktionskammer bzw. sind die Reaktionskammern vorzugsweise X-förmig, wie es hier z.B. in den Figuren 1-10 dargestellt ist, oder T-förmig, wie es hier z.B. in den Figuren 11-15 dargestellt ist, ausgeführt. Die Strömungsteilungskammern sind länglich oder T-förmig ausgeführt, wobei diese beiden Ausführungen hier in den Figuren 11-15 gezeigt sind.

10

Neben den Reaktor- und Endplatten kann der erfindungsgemäße Reaktor außerdem auch noch eine oder mehrere Strömungsverteilerplatten enthalten, die zur Verteilung der umzusetzenden Ströme, der umgesetzten bzw. teilweise umgesetzten Ströme und der Wärmeaustauschflüssigkeit(en) von einer Reaktorplatte zu einer anderen Reaktorplatte und/oder von einer Endplatte zu einer Reaktorplatte und/oder von einer Reaktorplatte zu einer Endplatte dienen.

20

Die in dem erfindungsgemäßen Reaktor verwendeten Reaktorplatten sind vorzugsweise dünn und haben vorzugsweise eine Dicke im Bereich von etwa 0,001 Zoll (0,00254 cm) bis etwa 1,0 Zoll (1 Zoll = 2,54 cm), besonders bevorzugt von etwa 0,01 Zoll (0,0254 cm) bis etwa 0,25 Zoll (0,635 cm) und ganz besonders bevorzugt von etwa 0,01 Zoll (0,0254 cm) bis etwa 0,10 Zoll (0,254 cm).

25

Jede in der Reaktorplatte bzw. den Reaktorplatten ausgebildete Reaktionskammer weist vorzugsweise eine Tiefe von etwa 10% bis etwa 80%, besonders bevorzugt von etwa 30% bis etwa 70%, der Tiefe der Reaktorplatte, auf der die Reaktionskammer ausgebildet ist, auf.

30

Die Reaktorplatten bestehen vorzugsweise aus einem wärmeleitfähigen Werkstoff, vorzugsweise Metall. Als

35

Metalle eignen sich u.a. rostfreier Stahl, Aluminium, Aluminiumlegierungen, Nickel, Eisen, Kupfer, Kupferlegierungen, kohlenstoffarmer Stahl, Messing, Titan und andere mikromechanisch bearbeitbare Metalle.

5

Die Platten können eine beliebige geeignete Form aufweisen. So können sie beispielsweise quadratisch, rechteckig, rund oder dergleichen sein.

10 Die Reaktionskammer(n) und gegebenenfalls die Strömungsteilungskammer(n) werden vorzugsweise mit Hilfe eines mikromechanischen Bearbeitungsverfahrens ausgebildet. Beispiele für derartige Verfahren sind u.a. Ätzen, Stanzen, Lochen, Pressen, Schneiden,  
15 Formteilherstellung, Fräsen, Lithographieren und Partikelstrahlen. Ganz besonders bevorzugt handelt es sich bei dem mikromechanischen Bearbeitungsverfahren um ein Ätzverfahren.

20 Das Ätzen, z.B. photochemische Ätzen, liefert exakt geformte Hohlräume und Kanäle und ist preisgünstiger als viele andere konventionelle Verfahren zur maschinellen Bearbeitung. Außerdem weisen geätzte Perforationen im allgemeinen nicht die mit mechanischen Perforationen verbundenen scharfen Ecken, Grate und Plattenverformungen auf. Ätzverfahren sind in der Technik gut  
25 bekannt und werden in der Regel durch Inberührungbringen einer Fläche mit einem konventionellen Ätzmittel durchgeführt.

30

Ist der Reaktor aus einem Reaktorplattenstapel aufgebaut, so sind die Reaktorplatten vorzugsweise unter Bildung einer starren Struktur miteinander verbunden. Die Platten können mittels Druck, Schrauben, Niete,  
35 Klemmen und dergleichen lösbar zusammengehalten und leckdicht gemacht werden oder zu einem Verbund laminiert, gebondet, geklebt, weichgelötet oder

hartgelötet werden. Vorzugsweise sind die einzelnen Reaktorplatten lösbar miteinander verbunden, was die Reinigung, Inspektion und Wiederverwendung der Platten erleichtert.

5

Einen weiteren Gegenstand der vorliegenden Erfindung bildet, wie oben bereits erwähnt, ein Verfahren zur Umsetzung von zwei oder mehr Fluidkomponentenströmen mit Hilfe des erfindungsgemäßen Reaktors. Bei dem Verfahren geht man im allgemeinen so vor, daß man mehrere voneinander getrennte Fluidkomponentenströme in die mehreren Einlaßeinrichtungen in der Reaktionskammer bzw. den Reaktionskammern und von dort durch den Reaktor und die mindestens eine Auslaßeinrichtung der Reaktionskammer bzw. den Reaktionskammern führt und dabei mindestens ein Wärmeaustauschfluid durch den Abschnitt des mindestens einen Wärmeaustauschkanals führt.

20 Vorzugsweise führt man dem Reaktor das Wärmeaustauschfluid bzw. die Wärmeaustauschfluide durch eine oder mehrere, in der ersten Endplatte bzw. den ersten Endplatten ausgebildete erste Wärmeaustauschöffnungen und vorzugsweise durch eine oder mehrere, in einer vor  
25 der ersten Reaktorplatte im Reaktor angeordnete Verteilerplatte ausgebildete Wärmeaustauschöffnungen zu. Man kann das Wärmeaustauschfluid bzw. die Wärmeaustauschfluide mit Hilfe einer oder mehrerer, in der bzw. den ersten oder zweiten Endplatte(n)  
30 ausgebildeten zweiten Wärmeaustauschöffnungen aus dem Reaktor austragen.

Die voneinander getrennten Fluidkomponentenströme werden vorzugsweise durch die in der bzw. den ersten  
35 Endplatte(n) ausgebildeten Komponenten-Einlaßöffnungen in den Reaktor eingetragen. Man kann die Fluidkomponentenströme auch durch Komponentenöffnungen



leiten, die in einer oder mehreren, vor oder zwischen den Reaktorplatten angeordneten Verteilerplatten angeordnet sind.

- 5 Die Fluidkomponentenströme werden den Einlaßeinrichtungen der Reaktionskammer(n) vorzugsweise in Primärrichtung zugeführt. Außerdem wird bei Verwendung von einer oder mehreren Strömungsteilungskammern der einzige Mehrkomponentenfluidstrom vorzugsweise in  
10 Primärrichtung der Einlaßeinrichtung der Strömungsteilungskammer(n) zugeführt.

Die Zahl der Reaktionskammern und Strömungsteilungskammern (falls verwendet) und die Zahl der im Reaktor  
15 verwendeten Reaktorplatten und die Zahl der möglichen Wiederholungen des erfindungsgemäßen Verfahrens hängt zumindest teilweise von der zur ausreichenden Durchmischung der Komponenten zwecks Bildung des gewünschten Reaktionsprodukts bzw. der gewünschten  
20 Reaktionsprodukte in der gewünschten Konzentration bzw. den gewünschten Konzentrationen benötigten Reaktionskammerzahl ab. Ob die Mischung ausreicht, hängt wiederum zumindest teilweise von der Ausführung der Reaktionskammern selbst ab.

25

Der Reaktor und das erfindungsgemäße Verfahren können anhand der Figuren 1-15 näher erläutert werden.

30 Die Figuren 1-10 zeigen eine innerhalb des Schutzbereichs der vorliegenden Erfindung liegende erste Ausführungsform eines Reaktors, der sich aus X-förmigen Reaktionskammern zusammensetzt.

35 In den Figuren 1-10 enthält der Reaktor 4 Strömungsverteilerplatten 12 und 24, Reaktionskammer-Reaktorplatten 14, 16, 18, 20 und 22 sowie eine erste und eine zweite Endplatte E1 bzw. E2. Die Strömungsplatten 12-24

sind Vorderseite an Rückseite aufeinandergestapelt und befinden sich zwischen der ersten und der zweiten Endplatte.

5 Die Figuren 1-10 zeigen zum Teil, wie die Endplatten E1 und E2 die Kreislaufführung eines Wärmeaustauschfluids durch den Reaktor 4 ermöglichen und somit mehrere Gelegenheiten zum Wärmeaustausch zwischen der Heiz- oder Kühlflüssigkeit und den Fluidkomponentenströmen im  
10 Lauf der Reaktionsstufen bieten. Die Ausführung der Endplatten kann so variiert werden, daß sie die vertikalen Wärmeaustauschkanalabschnitte 78a-78d auf eine beliebige gewünschte Art und Weise verbinden. Somit kann das Wärmeaustauschfluid allen Teilen des  
15 Reaktors zugeführt werden. Bei Verwendung von zwei oder mehr Wärmeaustauschfluiden können diese jeweils eine andere Temperatur aufweisen und einem anderen Teil des Reaktors zugeführt werden. So kann man die Temperatur jeder Stufe der Reaktion unabhängig und genau steuern.

20 Die Reaktorplatten 14, 16, 18, 20 und 22 enthalten eine Reihe von X-förmigen Reaktionskammern zur Umsetzung von zwei oder mehr Komponenten. Jede Reaktionskammer enthält zwei Einlaßausbuchtungen zur Aufnahme von zwei  
25 voneinander getrennten Fluidkomponentenströmen, eine erste Mischzone zum Zusammenführen der beiden Fluidkomponentenströme zu einem einzigen, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponentenfluidstrom, einen Strömungsteiler zum Teilen des einzigen, zumindest  
30 teilweise umgesetzten Mehrkomponentenfluidstroms in zwei zumindest teilweise umgesetzte Mehrkomponentenfluidteilströme und zwei Auslaßausbuchtungen, durch die die beiden zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponentenfluidteilströme aus der Reaktionskammer  
35 austreten. In der ersten Mischzone ist eine Wärmeaustauschöffnung angeordnet, die sich über die Dicke der Reaktorplatte erstreckt. Durch die

- Wärmeaustauschöffnung erstreckt sich ein Abschnitt eines Wärmeaustauschkanals 78. Der Wärmeaustauschkanal 78 bildet einen kontinuierlichen Weg durch den Reaktor 4 und ermöglicht die Steuerung der Temperatur der im
- 5 Reaktor ablaufenden Reaktion. Beim Mischen in der ersten Mischzone können die Fluidkomponentenströme mit einem durch den durch die Mischzone hindurchgehenden Abschnitt des Wärmeaustauschkanals laufenden Wärmeaustauschfluid Wärme austauschen. Außerdem enthält
- 10 jede Reaktionskammer im Reaktor 4 auch noch eine vor der Mischzone angeordnete und mit ihr in Fließverbindung stehende turbulenzerzeugende Zone. Die turbulenzerzeugende Zone in jeder Reaktionskammer ist so ausgeführt, daß in den getrennten Strömen beim
- 15 Eintritt in die erste Mischzone Turbulenz erzeugt wird. Infolgedessen werden die Ströme in der ersten Mischzone der Reaktionskammer turbulent (und damit gründlicher) gemischt.
- 20 Die Endplatte E1 und die Strömungsverteilerplatte 12 enthalten jeweils zwei Einlaßöffnungen zur Zuführung von voneinander getrennten Fluidkomponentenströmen zu einer in der ersten Reaktorplatte 14 ausgebildeten ersten Reaktionskammer. Außerdem enthalten die End-
- 25 platte E1 und die Strömungsverteilerplatte 12 jeweils Wärmeaustauschöffnungen 80 und 82 (Endplatte E1) und Wärmeaustauschöffnungen 12a, 12b, 12c und 12d (Strömungsverteilerplatte 12) zur Zuführung eines Wärmeaustauschfluids durch den Wärmeaustauschkanal 78.
- 30 Die Strömungsverteilerplatten 12 und 24 enthalten jeweils zwei separate Strömungsverteilerkanäle, die so ausgeführt sind, daß sie Fluidkomponente aus einer vertikalen Reihe von Reaktionskammern aufnehmen und den Fluidstrom einer zweiten vertikalen Reihe von
- 35 Reaktionskammern zuführen. Die Strömungsverteilerplatte 24 enthält außerdem auch noch Wärmeaustauschöffnungen 24a, 24b, 24c und 24d.

Wie oben bereits erwähnt, durchläuft der Wärme-  
austauschkanal 78 vorzugsweise jede Reaktionskammer und  
besonders bevorzugt jede erste Mischzone in jeder  
5 Reaktionskammer. Auf diese Art und Weise kann man die  
Temperatur, bei der die Komponenten im Reaktor gemischt  
werden, genauer steuern. Außerdem enthält der Wärme-  
austauschkanal 78 vorzugsweise auch noch einen externen  
Rückführungs-Kanalabschnitt, der in Figur 1 durch den  
10 Pfeil "H" dargestellt ist. Der Rückführungs-Kanal-  
abschnitt, der zwischen einer Wärmeaustausch-Auslaß-  
öffnung 82 und einer Wärmeaustausch-Einlaßöffnung 80  
(die beide in der Endplatte E1 ausgebildet sind)  
angeordnet ist, ermöglicht die Rückführung eines durch  
15 den Wärmeaustauschkanal 78 im Reaktor 4 hindurch-  
laufenden Wärmeaustauschfluids (nicht gezeigt).

Der Wärmeaustauschkanal 78 gemäß Figur 1 besteht aus  
vier vertikalen Kanalabschnitten 78a-78d und drei  
20 horizontalen Kanalabschnitten 78e-78g. Der in der  
Seitenfläche 100I der zweiten Endplatte E2 ausgebildete  
horizontale Kanalabschnitt 78e erstreckt sich zwischen  
den vertikalen Kanalabschnitten 78a und 78b. Somit  
durchläuft Wärmeaustauschflüssigkeit H den vertikalen  
25 Kanalabschnitt 78a und tritt in die Eingangsseite 84  
des horizontalen Kanalabschnitts 78e ein. Das Fluid H  
strömt zur Auslaßseite 86 des Kanalabschnitts 78e und  
von dort dann in den vertikalen Kanalabschnitt 78b.  
Dann strömt das Fluid H zur Einlaßseite 88 eines in der  
30 Seitenfläche 100A der ersten Endplatte E1 ausgebildeten  
zweiten horizontalen Kanalabschnitts 78f, dann zur  
Auslaßseite 90 des Kanalabschnitts 78f und tritt von  
dort in den vertikalen Kanalabschnitt 78c ein. Danach  
wird das Fluid H durch den Kanalabschnitt 78c einem in  
35 der zweiten Endplatte E2 ausgebildeten dritten  
horizontalen Kanalabschnitt 78g zugeführt, tritt dort  
an der Einlaßseite 92 in den Kanalabschnitt 78g ein und

an der Auslaßseite 94 wieder aus. Von der Auslaßseite 94 des Kanalabschnitts 78g strömt das Fluid H dann durch den vertikalen Kanalabschnitt 78d und tritt über Auslaßöffnung 82 aus dem Reaktor aus. Danach wird das  
5 Wärmeaustauschfluid vorzugsweise mit Hilfe eines zwischen Auslaßöffnung 82 und Einlaßöffnung 80 angeordneten externen Kanals, wie er oben besprochen wurde, in den Reaktor 4 zurückgeführt.

10 Reaktionen zwischen zwei oder mehr Komponenten können im Reaktor 4 folgendermaßen durchgeführt werden.

Ein Wärmeaustauschfluid H wird durch den Wärmeaustauschkanal 78 geführt. Ein erster Fluidstrom (nicht  
15 gezeigt) aus mindestens einer Komponente und ein zweiter Fluidstrom "B" aus mindestens einer Komponente werden durch die in der Endplatte E1 ausgebildeten Durchgangsöffnungen 96 bzw. 98 und die in der Platte 12 ausgebildeten Durchgangsöffnungen 102 bzw. 104 den  
20 Einlaßausbuchtungen 26a bzw. 26b einer auf einer Vorderseitenfläche 100C der Platte 14 ausgebildeten Reaktionskammer 26 geleitet. Die Reaktionskammer 26 besteht aus einer turbulenzerzeugenden Zone 26c (als gestrichelte Linien dargestellt), einer ersten  
25 Mischzone 26d (als gepunktete Linien dargestellt), einer Wärmeaustauschöffnung 14a, durch die ein Abschnitt des Wärmeaustauschkanals 78 geführt ist und die in der ersten Mischzone 26d angeordnet ist, einem Strömungsteilerelement 26e, zwei Auslaßausbuchtungen  
30 26f und 26g und zwei Auslaßöffnungen 108 und 110.

In der Reaktionskammer 26 führt man den ersten und den zweiten Fluidstrom von den Einlaßausbuchtungen 26a und 26b durch die turbulenzerzeugende Zone 26c und die  
35 erste Mischzone 26d, in der die Ströme zu einem ersten, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponentenstrom (nicht gezeigt) turbulent gemischt werden. Bei der

turbulenten Mischung des ersten und des zweiten Stroms in der ersten Mischzone 26d sind die Ströme in Wärmeaustauschbeziehung mit dem Fluid H angeordnet, während das Wärmeaustauschfluid durch den sich durch  
5 Öffnung 14a in der ersten Mischzone 26d erstreckenden Abschnitt des Wärmeaustauschkanals 78 strömt. Der erste, zumindest teilweise umgesetzte Mehrkomponentenstrom wird dann dem  
10 Strömungsteilerelement 26e zugeführt, das den Strom in einen ersten und einen zweiten, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponententeilstrom (nicht gezeigt) teilt. Der erste und der zweite Teilstrom werden dann den Auslaßausbuchtungen 26f bzw. 26g zugeführt, wo die Teilströme über die Auslaßöffnungen 108 bzw. 110 aus  
15 der Kammer 26 austreten.

Der erste und der zweite Teilstrom strömen durch die Auslaßöffnungen 108 bzw. 110 zu den Einlaßausbuchtungen 34b bzw. 34a einer in einer Vorderseitenfläche 100D der  
20 Platte 16 ausgebildeten Reaktionskammer 34. Dann führt man den ersten und den zweiten Teilstrom durch eine turbulenz erzeugende Zone 34c (als gestrichelte Linien dargestellt) und eine erste Mischzone 34d (als gepunktete Linien dargestellt), in der die Ströme zu  
25 einem zweiten, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponentenstrom (nicht gezeigt) turbulent gemischt werden. Bei der turbulenten Mischung des ersten und des zweiten Teilstroms in der ersten Mischzone 34d sind die Ströme in Wärmeaustauschbeziehung mit dem Fluid H  
30 angeordnet, während das Wärmeaustauschfluid durch den sich durch eine Wärmeaustauschöffnung 16a in der ersten Mischzone 34d erstreckenden Abschnitt des Wärmeaustauschkanals 78 strömt. Der zweite, zumindest teilweise umgesetzte Mehrkomponentenstrom wird dann dem  
35 Strömungsteilerelement 34e zugeführt, das den Strom in einen dritten und einen vierten, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponententeilstrom (nicht gezeigt)

teilt. Der dritte und der vierte Teilstrom werden dann den Auslaßausbuchtungen 34g bzw. 34f zugeführt, wo die Teilströme über die Auslaßöffnungen 116 bzw. 114 aus der Kammer 34 austreten.

5

Der dritte und der vierte Teilstrom strömen durch die Auslaßöffnungen 116 bzw. 114 zu den Einlaßausbuchtungen 42a bzw. 42b einer in einer Vorderseitenfläche 100E der Platte 18 ausgebildeten Reaktionskammer 42. Dann führt  
10 man den dritten und den vierten Teilstrom durch eine turbulenz erzeugende Zone 42c (als gestrichelte Linien dargestellt) und eine erste Mischzone 42d (als gepunktete Linien dargestellt), in der die Ströme zu  
15 einem dritten, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponentenstrom (nicht gezeigt) turbulent gemischt werden. Bei der turbulenten Mischung des dritten und des vierten Teilstroms in der ersten Mischzone 42d sind die Ströme in Wärmeaustauschbeziehung mit dem Fluid H angeordnet, während das Wärmeaustauschfluid durch den  
20 sich durch eine Wärmeaustauschöffnung 18a in der ersten Mischzone 42d erstreckenden Abschnitt des Wärmeaustauschkanals 78 strömt. Der dritte, zumindest teilweise umgesetzte Mehrkomponentenstrom wird dann dem Strömungsteilerelement 42e zugeführt, das den Strom in  
25 einen fünften und einen sechsten, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponententeilstrom (nicht gezeigt) teilt. Der fünfte und der sechste Teilstrom werden dann den Auslaßausbuchtungen 42f bzw. 42g zugeführt, wo die Teilströme über die Auslaßöffnungen 120 bzw. 122 aus  
30 der Kammer 42 austreten.

Der fünfte und der sechste Teilstrom strömen durch die Auslaßöffnungen 120 bzw. 122 zu den Einlaßausbuchtungen 50b bzw. 50a einer in einer Vorderseitenfläche 100F der  
35 Platte 20 ausgebildeten Reaktionskammer 50. Dann führt man den fünften und den sechsten Teilstrom durch eine turbulenz erzeugende Zone 50c (als gestrichelte Linien

dargestellt) und eine erste Mischzone 50d (als gepunktete Linien dargestellt), in der die Ströme zu einem vierten, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponentenstrom (nicht gezeigt) turbulent gemischt werden. Bei der turbulenten Mischung des fünften und des sechsten Teilstroms in der ersten Mischzone 50d sind die Ströme in Wärmeaustauschbeziehung mit dem Fluid H angeordnet, während das Wärmeaustauschfluid durch den sich durch eine Wärmeaustauschöffnung 20a in der ersten Mischzone 50d erstreckenden Abschnitt des Wärmeaustauschkanals 78 strömt. Der vierte, zumindest teilweise umgesetzte Mehrkomponentenstrom wird dann dem Strömungsteilerelement 50e zugeführt, das den Strom in einen siebten und einen achten, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponententeilstrom (nicht gezeigt) teilt. Der siebte und der achte Teilstrom werden dann den Auslaßausbuchtungen 50g bzw. 50f zugeführt, wo die Teilströme über die Auslaßöffnungen 128 bzw. 126 aus der Kammer 50 austreten.

Der siebte und der achte Teilstrom strömen durch die Auslaßöffnungen 126 bzw. 128 zu den Einlaßausbuchtungen 58a bzw. 58b einer in einer Vorderseitenfläche 100G der Platte 22 ausgebildeten Reaktionskammer 58. Dann führt man den siebten und den achten Teilstrom durch eine turbulenzerzeugende Zone 58c (als gestrichelte Linien dargestellt) und eine erste Mischzone 58d (als gepunktete Linien dargestellt), in der die Ströme zu einem fünften, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponentenstrom (nicht gezeigt) turbulent gemischt werden. Bei der turbulenten Mischung des siebten und des achten Teilstroms in der ersten Mischzone 58d sind die Ströme in Wärmeaustauschbeziehung mit dem Fluid H angeordnet, während das Wärmeaustauschfluid durch den sich durch eine Wärmeaustauschöffnung 22a in der ersten Mischzone 58d erstreckenden Abschnitt des Wärmeaustauschkanals 78 strömt. Der fünfte, zumindest



teilweise umgesetzte Mehrkomponentenstrom wird dann dem Strömungsteilerelement 58e zugeführt, das den Strom in einen neunten und einen zehnten, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponententeilstrom (nicht gezeigt) teilt, die dann den Auslaßausbuchtungen 58f bzw. 58g zugeführt werden, wo die Teilströme über die Auslaßöffnungen 132 bzw. 134 aus der Kammer 58 austreten. Von der Auslaßöffnung 132 strömt der neunte Teilstrom zur Einlaßseite 72a einer in einer Vorderseitenfläche 100H der Platte 24 ausgebildeten Strömungskammer 72. Von der Auslaßöffnung 134 strömt der zehnte Teilstrom zur Einlaßseite 70a einer in einer Vorderseitenfläche 100H der Platte 24 ausgebildeten Strömungskammer 70. Von den Einlaßseiten 72a und 70a werden der neunte und der zehnte Teilstrom zu den Auslaßseiten 72b bzw. 70b der Strömungskammern 72 und 70 geführt. Von den Auslaßseiten 72b und 70b werden der neunte und der zehnte Teilstrom durch die Einlaßöffnungen 142 bzw. 140 in der Platte 22 zu den Einlaßausbuchtungen 60b bzw. 60a einer in der Fläche 100G der Platte 22 ausgebildeten Reaktionskammer 60 zugeführt. Dann führt man den neunten und den zehnten Teilstrom von den Einlaßausbuchtungen 60b bzw. 60a durch eine turbulenzerzeugende Zone 60c (als gestrichelte Linien dargestellt) und eine erste Mischzone 60d (als gepunktete Linien dargestellt), in der die Ströme zu einem sechsten, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponentenstrom (nicht gezeigt) turbulent gemischt werden. Bei der turbulenten Mischung des neunten und des zehnten Teilstroms in der ersten Mischzone 60d sind die Ströme in Wärmeaustauschbeziehung mit dem Fluid H angeordnet, während das Wärmeaustauschfluid durch den sich durch Wärmeaustauschöffnung 22b in der ersten Mischzone 60d erstreckenden Abschnitt des Wärmeaustauschkanals 78 strömt. Der sechste, zumindest teilweise umgesetzte Mehrkomponentenstrom wird dann dem

Strömungsteilerelement 60e zugeführt, das den Strom in einen elften und einen zwölften, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponententeilstrom (nicht gezeigt) teilt, die dann den Auslaßausbuchtungen 60g bzw. 60f zugeführt werden.

Von den Auslaßausbuchtungen 60g und 60f werden der elfte und der zwölfte Teilstrom durch die in der Platte 20 ausgebildeten Einlaßöffnungen 146 bzw. 148 den Einlaßausbuchtungen 52a bzw. 52b einer in der Fläche 100F der Platte 20 ausgebildeten Reaktionskammer 52 zugeführt. Dann führt man den elften und den zwölften Teilstrom von den Einlaßausbuchtungen 52a bzw. 52b durch eine turbulenzerzeugende Zone 52c (als gestrichelte Linien dargestellt) und eine erste Mischzone 52d (als gepunktete Linien dargestellt), in der die Ströme zu einem siebten, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponentenstrom (nicht gezeigt) turbulent gemischt werden. Bei der turbulenten Mischung des elften und des zwölften Teilstroms in der ersten Mischzone 52d sind die Ströme in Wärmeaustauschbeziehung mit dem Fluid H angeordnet, während das Wärmeaustauschfluid durch den sich durch Wärmeaustauschöffnung 20b in der ersten Mischzone 52d erstreckenden Abschnitt des Wärmeaustauschkanals 78 strömt. Der siebte, zumindest teilweise umgesetzte Mehrkomponentenstrom wird dann dem Strömungsteilerelement 52e zugeführt, das den Strom in einen dreizehnten und einen vierzehnten, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponententeilstrom (nicht gezeigt) teilt, die dann den Auslaßausbuchtungen 52f bzw. 52g zugeführt werden.

Von den Auslaßausbuchtungen 52f und 52g werden der dreizehnte und der vierzehnte Teilstrom durch die in der Platte 18 ausgebildeten Einlaßöffnungen 154 bzw. 152 den Einlaßausbuchtungen 44b bzw. 44a einer in der

Fläche 100E der Platte 18 ausgebildeten Reaktionskammer 44 zugeführt. Dann führt man den dreizehnten und den vierzehnten Teilstrom von den Einlaßausbuchtungen 44b bzw. 44a durch eine turbulenzerzeugende Zone 44c (als gestrichelte Linien dargestellt) und eine erste Mischzone 44d (als gepunktete Linien dargestellt), in der die Ströme zu einem achten, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponentenstrom (nicht gezeigt) turbulent gemischt werden. Bei der turbulenten Mischung des dreizehnten und des vierzehnten Teilstroms in der ersten Mischzone 44d sind die Ströme in Wärmeaustauschbeziehung mit dem Fluid H angeordnet, während das Wärmeaustauschfluid durch den sich durch Wärmeaustauschöffnung 18b in der ersten Mischzone 44d erstreckenden Abschnitt des Wärmeaustauschkanals 78 strömt. Der achte, zumindest teilweise umgesetzte Mehrkomponentenstrom wird dann dem Strömungsteilerelement 44e zugeführt, das den Strom in einen fünfzehnten und einen sechzehnten, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponententeilstrom (nicht gezeigt) teilt, die dann den Auslaßausbuchtungen 44g bzw. 44f zugeführt werden.

Von den Auslaßausbuchtungen 44g und 44f werden der fünfzehnte und der sechzehnte Teilstrom durch die in der Platte 16 ausgebildeten Einlaßöffnungen 158 bzw. 160 den Einlaßausbuchtungen 36a bzw. 36b einer in der Fläche 100D der Platte 16 ausgebildeten Reaktionskammer 36 zugeführt. Dann führt man den fünfzehnten und den sechzehnten Teilstrom von den Einlaßausbuchtungen 36a bzw. 36b durch eine turbulenzerzeugende Zone 36c (als gestrichelte Linien dargestellt) und eine erste Mischzone 36d (als gepunktete Linien dargestellt), in der die Ströme zu einem neunten, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponentenstrom (nicht gezeigt) turbulent gemischt werden. Bei der turbulenten Mischung des fünfzehnten und des sechzehnten Teilstroms in der

ersten Mischzone 36d sind die Ströme in  
Wärmeaustauschbeziehung mit dem Fluid H angeordnet,  
während das Wärmeaustauschfluid durch den sich durch  
Wärmeaustauschöffnung 16b in der ersten Mischzone 36d  
5 erstreckenden Abschnitt des Wärmeaustauschkanals 78  
strömt. Der neunte, zumindest teilweise umgesetzte  
Mehrkomponentenstrom wird dann dem  
Strömungsteilerelement 36e zugeführt, das den Strom in  
einen siebzehnten und einen achtzehnten, zumindest  
10 teilweise umgesetzten Mehrkomponententeilstrom (nicht  
gezeigt) teilt, die dann den Auslaßausbuchtungen 36f  
bzw. 36g zugeführt werden.

Von den Auslaßausbuchtungen 36f und 36g werden der  
15 fünfzehnte und der sechzehnte Teilstrom durch die in  
der Platte 14 ausgebildeten Einlaßöffnungen 166 bzw.  
164 den Einlaßausbuchtungen 28b bzw. 28a einer in der  
Fläche 100C der Platte 14 ausgebildeten Reaktionskammer  
28 zugeführt. Dann führt man den siebzehnten und den  
20 achtzehnten Teilstrom von den Einlaßausbuchtungen 28b  
bzw. 28a durch eine turbulenz erzeugende Zone 28c (als  
gestrichelte Linien dargestellt) und eine erste  
Mischzone 28d (als gepunktete Linien dargestellt), in  
der die Ströme zu einem zehnten, zumindest teilweise  
25 umgesetzten Mehrkomponentenstrom (nicht gezeigt)  
turbulent gemischt werden. Bei der turbulenten Mischung  
des siebzehnten und des achtzehnten Teilstroms in der  
ersten Mischzone 28d sind die Ströme in  
Wärmeaustauschbeziehung mit dem Fluid H angeordnet,  
30 während das Wärmeaustauschfluid durch den sich durch  
Wärmeaustauschöffnung 14b in der ersten Mischzone 28d  
erstreckenden Abschnitt des Wärmeaustauschkanals 78  
strömt. Der zehnte, zumindest teilweise umgesetzte  
Mehrkomponentenstrom wird dann dem  
35 Strömungsteilerelement 28e zugeführt, das den Strom in  
einen neunzehnten und einen zwanzigsten, zumindest  
teilweise umgesetzten Mehrkomponententeilstrom (nicht

gezeigt) teilt, die dann den Auslaßausbuchtungen 28g bzw. 28f zugeführt werden.

5 Von den Auslaßausbuchtungen 28g bzw. 28f werden der neunzehnte und der zwanzigste Teilstrom den Einlaßseiten 66a bzw. 68a der in der Fläche 100B der Platte 10 ausgebildeten Strömungskammern 66 und 68 zugeführt. Von den Einlaßseiten 66a und 68a strömen der neunzehnte und der zwanzigste Teilstrom zu den  
10 Auslaßseiten 66b bzw. 68b der Strömungskammern 66 und 68.

Von den Auslaßseiten 66b und 68b strömen der neunzehnte und der zwanzigste Teilstrom zu den Einlaßausbuchtungen  
15 30a bzw. 30b einer in der Fläche 100C der Platte 14 ausgebildeten Reaktionskammer 30. Dann führt man den neunzehnten und den zwanzigsten Teilstrom von den Einlaßausbuchtungen 30a bzw. 30b durch eine turbulenzerzeugende Zone 30c und eine erste Mischzone  
20 30d, in der die Ströme zu einem elften, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponentenstrom (nicht gezeigt) turbulent gemischt werden. Bei der turbulenten Mischung des neunzehnten und des zwanzigsten Teilstroms in der ersten Mischzone 30d sind die Ströme in  
25 Wärmeaustauschbeziehung mit dem Fluid H angeordnet, während das Wärmeaustauschfluid durch den sich durch Wärmeaustauschöffnung 14c in der ersten Mischzone 30b erstreckenden Abschnitt des Wärmeaustauschkanals 78 strömt. Der elfte, zumindest teilweise umgesetzte Mehr-  
30 komponentenstrom wird dann dem Strömungsteilerelement 30e zugeführt, das den Strom in einen einundzwanzigsten und einen zweiundzwanzigsten, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponententeilstrom (nicht gezeigt) teilt, die dann den Auslaßausbuchtungen 30f bzw. 30g  
35 zugeführt werden, wo die Ströme über die Auslaßöffnungen 168 bzw. 170 aus der Kammer 30 austreten. Durch die Auslaßöffnungen 168 bzw. 170

werden der einundzwanzigste und der zweiundzwanzigste Teilstrom den Einlaßausbuchtungen 38b bzw. 38a einer in der Fläche 100D der Platte 16 ausgebildeten Reaktionskammer 38 zugeführt. Dann führt man den  
5 einundzwanzigsten und den zweiundzwanzigsten Teilstrom von den Einlaßausbuchtungen 38b bzw. 38a durch eine turbulenzerzeugende Zone 38c (als gestrichelte Linien dargestellt) und eine erste Mischzone 38d (als gepunktete Linien dargestellt), in der die Ströme zu  
10 einem zwölften, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponentenstrom (nicht gezeigt) turbulent gemischt werden. Bei der turbulenten Mischung des einundzwanzigsten und des zweiundzwanzigsten Teilstroms in der ersten Mischzone 38d sind die Ströme in  
15 Wärmeaustauschbeziehung mit dem Fluid H angeordnet, während das Wärmeaustauschfluid durch den sich durch Wärmeaustauschöffnung 16c in der ersten Mischzone 38d erstreckenden Abschnitt des Wärmeaustauschkanals 78 strömt. Der zwölfte, zumindest teilweise umgesetzte  
20 Mehrkomponentenstrom wird dann dem Strömungsteiler-element 38e zugeführt, das den Strom in einen dreiundzwanzigsten und einen vierundzwanzigsten, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponenten-teilstrom (nicht gezeigt) teilt, die dann den  
25 Auslaßausbuchtungen 38g bzw. 38f zugeführt werden.

Durch die Auslaßöffnungen 172 bzw. 174 werden der zweiundzwanzigste und der vierundzwanzigste Teilstrom den Einlaßausbuchtungen 46a bzw. 46b einer in der  
30 Fläche 100E der Platte 18 ausgebildeten Reaktionskammer 46 zugeführt. Dann führt man den dreiundzwanzigsten und den vierundzwanzigsten Teilstrom von den Einlaßausbuchtungen 46a bzw. 46b durch eine turbulenzerzeugende Zone 46c (als gestrichelte Linien  
35 dargestellt) und eine erste Mischzone 46d (als gepunktete Linien dargestellt), in der die Ströme zu einem dreizehnten, zumindest teilweise umgesetzten

Mehrkomponentenstrom (nicht gezeigt) turbulent gemischt werden. Bei der turbulenten Mischung des dreiundzwanzigsten und des vierundzwanzigsten Teilstroms in der ersten Mischzone 46d sind die Ströme  
5 in Wärmeaustauschbeziehung mit dem Fluid H angeordnet, während das Wärmeaustauschfluid durch den sich durch Wärmeaustauschöffnung 18c in der ersten Mischzone 46d erstreckenden Abschnitt des Wärmeaustauschkanals 78 strömt. Der dreizehnte, zumindest teilweise umgesetzte  
10 Mehrkomponentenstrom wird dann dem Strömungsteiler-element 46e zugeführt, das den Strom in einen fünfundzwanzigsten und einen sechsundzwanzigsten, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponententeilstrom (nicht gezeigt) teilt, die dann den  
15 Auslaßausbuchtungen 46f bzw. 46g zugeführt werden.

Durch die Auslaßöffnungen 178 bzw. 180 werden der fünfundzwanzigste und der sechsundzwanzigste Teilstrom den Einlaßausbuchtungen 54b bzw. 54a einer in der  
20 Fläche 100F der Platte 20 ausgebildeten Reaktionskammer 54 zugeführt. Dann führt man den fünfundzwanzigsten und den sechsundzwanzigsten Teilstrom von den Einlaßausbuchtungen 54b bzw. 54a durch eine turbulenzerzeugende Zone 54c (als gestrichelte Linien  
25 dargestellt) und eine erste Mischzone 54d (als gepunktete Linien dargestellt), in der die Ströme zu einem vierzehnten, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponentenstrom (nicht gezeigt) turbulent gemischt werden. Bei der turbulenten Mischung des  
30 fünfundzwanzigsten und des sechsundzwanzigsten Teilstroms in der ersten Mischzone 54d sind die Ströme in Wärmeaustauschbeziehung mit dem Fluid H angeordnet, während das Wärmeaustauschfluid durch den sich durch Wärmeaustauschöffnung 20c in der ersten Mischzone 54d  
35 erstreckenden Abschnitt des Wärmeaustauschkanals 78 strömt. Der vierzehnte, zumindest teilweise umgesetzte Mehrkomponentenstrom wird dann dem Strömungsteiler-

element 54e zugeführt, das den Strom in einen siebenundzwanzigsten und einen achtundzwanzigsten, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponententeilstrom (nicht gezeigt) teilt, die dann den  
5 Auslaßausbuchtungen 54g bzw. 54f zugeführt werden.

Durch die Auslaßöffnungen 186 bzw. 184 werden der siebenundzwanzigste und der achtundzwanzigste Teilstrom den Einlaßausbuchtungen 62a bzw. 62b einer in der  
10 Fläche 100G der Platte 22 ausgebildeten Reaktionskammer 62 zugeführt. Dann führt man den siebenundzwanzigsten und den achtundzwanzigsten Teilstrom von den Einlaßausbuchtungen 62a bzw. 62b durch eine turbulenz erzeugende Zone 62c (als gestrichelte Linien  
15 dargestellt) und eine erste Mischzone 62d (als gepunktete Linien dargestellt), in der die Ströme zu einem fünfzehnten, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponentenstrom (nicht gezeigt) turbulent gemischt werden. Bei der turbulenten Mischung des  
20 siebenundzwanzigsten und des achtundzwanzigsten Teilstroms in der ersten Mischzone 62d sind die Ströme in Wärmeaustauschbeziehung mit dem Fluid H angeordnet, während das Wärmeaustauschfluid durch den sich durch Wärmeaustauschöffnung 22c in der ersten Mischzone 62d  
25 erstreckenden Abschnitt des Wärmeaustauschkanals 78 strömt. Der fünfzehnte, zumindest teilweise umgesetzte Mehrkomponentenstrom wird dann dem Strömungsteiler-element 62e zugeführt, das den Strom in einen neunundzwanzigsten und einen dreißigsten, zumindest  
30 teilweise umgesetzten Mehrkomponententeilstrom (nicht gezeigt) teilt, die dann den Auslaßausbuchtungen 62f bzw. 62g zugeführt werden.

Von den Auslaßöffnungen 190 bzw. 192 strömen der  
35 neunundzwanzigste und der dreißigste Teilstrom den Einlaßseiten 76a und 74a der in der Fläche 100H der Platte 24 ausgebildeten Strömungskammern 76 bzw. 74 zu.



Von den Einlaßseiten 76a und 74a strömen die Teilströme zu den Auslaßseiten 76b bzw. 74b in den Kammern 76 und 74 und werden von dort durch in der Platte 22 ausgebildete Einlaßöffnungen 198 und 196 den  
5 Einlaßausbuchtungen 64b und 64a einer in der Fläche 100G der Platte 22 ausgebildeten Reaktionskammer 64 zugeführt. Dann führt man den neunundzwanzigsten und den dreißigsten Teilstrom von den Einlaßausbuchtungen 64b bzw. 64a durch eine turbulenz erzeugende Zone 64c  
10 (als gestrichelte Linien dargestellt) und eine erste Mischzone 64d (als gepunktete Linien dargestellt), in der die Ströme zu einem sechzehnten, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponentenstrom (nicht gezeigt) turbulent gemischt werden. Bei der turbulenten  
15 Mischung des neunundzwanzigsten und des dreißigsten Teilstroms in der ersten Mischzone 64d sind die Ströme in Wärmeaustauschbeziehung mit dem Fluid H angeordnet, während das Wärmeaustauschfluid durch den sich durch Wärmeaustauschöffnung 22d in der ersten Mischzone 64d  
20 erstreckenden Abschnitt des Wärmeaustauschkanals 78 strömt. Der sechzehnte, zumindest teilweise umgesetzte Mehrkomponentenstrom wird dann dem Strömungsteiler- element 64e zugeführt, das den Strom in einen einunddreißigsten und einen zweiunddreißigsten,  
25 zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponenten- teilstrom (nicht gezeigt) teilt, die dann den Auslaßausbuchtungen 64g bzw. 64f zugeführt werden.

Von den Auslaßausbuchtungen 64g und 64f werden der  
30 einunddreißigste und der zweiunddreißigste Teilstrom über in der Platte 20 ausgebildete Einlaßöffnungen 212 und 214 den Einlaßausbuchtungen 56a bzw. 56b einer in der Fläche 100F der Platte 20 ausgebildeten Reaktionskammer 56 zugeführt. Dann führt man den  
35 einunddreißigsten und den zweiunddreißigsten Teilstrom von den Einlaßausbuchtungen 56a bzw. 56b durch eine turbulenz erzeugende Zone 56c (als gestrichelte Linien

dargestellt) und eine erste Mischzone 56d (als gepunktete Linien dargestellt), in der die Ströme zu einem siebzehnten, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponentenstrom (nicht gezeigt) turbulent gemischt werden. Bei der turbulenten Mischung des einunddreißigsten und des zweiunddreißigsten Teilstroms in der ersten Mischzone 56d sind die Ströme in Wärmeaustauschbeziehung mit dem Fluid H angeordnet, während das Wärmeaustauschfluid durch den sich durch Wärmeaustauschöffnung 20d in der ersten Mischzone 56d erstreckenden Abschnitt des Wärmeaustauschkanals 78 strömt. Der siebzehnte, zumindest teilweise umgesetzte Mehrkomponentenstrom wird dann dem Strömungsteiler-element 56e zugeführt, das den Strom in einen dreiunddreißigsten und einen vierunddreißigsten, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponententeilstrom (nicht gezeigt) teilt, die dann den Auslaßausbuchtungen 56f bzw. 56g zugeführt werden.

20 Von den Auslaßausbuchtungen 56f und 56g werden der dreiunddreißigste und der vierunddreißigste Teilstrom über in der Platte 18 ausgebildete Einlaßöffnungen 220 und 218 den Einlaßausbuchtungen 48b bzw. 48a einer in der Fläche 100E der Platte 18 ausgebildeten Reaktionskammer 48 zugeführt. Dann führt man den dreiunddreißigsten und den vierunddreißigsten Teilstrom von den Einlaßausbuchtungen 48b bzw. 48a durch eine turbulenz erzeugende Zone 48c (als gestrichelte Linien dargestellt) und eine erste Mischzone 48d (als gepunktete Linien dargestellt), in der die Ströme zu einem achtzehnten, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponentenstrom (nicht gezeigt) turbulent gemischt werden. Bei der turbulenten Mischung des dreiunddreißigsten und des vierunddreißigsten Teilstroms in der ersten Mischzone 48d sind die Ströme in Wärmeaustauschbeziehung mit dem Fluid H angeordnet, während das Wärmeaustauschfluid durch den sich durch

Wärmeaustauschöffnung 18d in der ersten Mischzone 48d erstreckenden Abschnitt des Wärmeaustauschkanals 78 strömt. Der achtzehnte, zumindest teilweise umgesetzte Mehrkomponentenstrom wird dann dem Strömungsteilerelement 48e zugeführt, das den Strom in einen fünfunddreißigsten und einen sechsunddreißigsten, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponententeilstrom (nicht gezeigt) teilt, die dann den Auslaßausbuchtungen 48g bzw. 48f zugeführt werden.

10

Von den Auslaßausbuchtungen 48g und 48f werden der fünfunddreißigste und der sechsunddreißigste Teilstrom über in der Platte 16 ausgebildete Einlaßöffnungen 224 und 226 den Einlaßausbuchtungen 40a bzw. 40b einer in der Fläche 100D der Platte 16 ausgebildeten Reaktionskammer 40 zugeführt. Dann führt man den fünfunddreißigsten und den sechsunddreißigsten Teilstrom von den Einlaßausbuchtungen 40a bzw. 40b durch eine turbulenz erzeugende Zone 40c (als gestrichelte Linien dargestellt) und eine erste Mischzone 40d (als gepunktete Linien dargestellt), in der die Ströme zu einem neunzehnten, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponentenstrom (nicht gezeigt) turbulent gemischt werden. Bei der turbulenten Mischung des fünfunddreißigsten und des sechsunddreißigsten Teilstroms in der ersten Mischzone 40d sind die Ströme in Wärmeaustauschbeziehung mit dem Fluid H angeordnet, während das Wärmeaustauschfluid durch den sich durch Wärmeaustauschöffnung 16d in der ersten Mischzone 40d erstreckenden Abschnitt des Wärmeaustauschkanals 78 strömt. Der neunzehnte, zumindest teilweise umgesetzte Mehrkomponentenstrom wird dann dem Strömungsteilerelement 40e zugeführt, das den Strom in einen siebenunddreißigsten und einen achtunddreißigsten, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponententeilstrom (nicht gezeigt) teilt, die dann den Auslaßausbuchtungen 40f bzw. 40g zugeführt werden.

Von den Auslaßausbuchtungen 40f und 40g werden der siebenunddreißigste und der achtunddreißigste Teilstrom über in der Platte 14 ausgebildete Einlaßöffnungen 232 und 230 den Einlaßausbuchtungen 32b bzw. 32a einer in der Fläche 100C der Platte 14 ausgebildeten Reaktionskammer 32 zugeführt. Dann führt man den siebenunddreißigsten und den achtunddreißigsten Teilstrom von den Einlaßausbuchtungen 32b bzw. 32a durch eine turbulenzerzeugende Zone 32c (als gestrichelte Linien dargestellt) und eine erste Mischzone 32d (als gepunktete Linien dargestellt), in der die Ströme zu einem zwanzigsten, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponentenstrom (nicht gezeigt) turbulent gemischt werden. Bei der turbulenten Mischung des siebenunddreißigsten und des achtunddreißigsten Teilstroms in der ersten Mischzone 32d sind die Ströme in Wärmeaustauschbeziehung mit dem Fluid H angeordnet, während das Wärmeaustauschfluid durch den sich durch Wärmeaustauschöffnung 14d in der ersten Mischzone 32d erstreckenden Abschnitt des Wärmeaustauschkanals 78 strömt. Der zwanzigste, zumindest teilweise umgesetzte Mehrkomponentenstrom wird dann dem Strömungsteilerelement 32e zugeführt, das den Strom in einen neununddreißigsten, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponententeilstrom (nicht gezeigt) und einen vierzigsten, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponententeilstrom "S-40" teilt, die dann den Auslaßausbuchtungen 32g bzw. 32f zugeführt werden.

30

Der neununddreißigste und der vierzigste Teilstrom werden von den Auslaßausbuchtungen 32g und 32f über in der Platte 12 ausgebildete Einlaßöffnungen 236 und 238 den in der ersten Endplatte E1 ausgebildeten Auslaßöffnungen 242 und 244 zugeführt. Von den Auslaßöffnungen 242 und 244 führt man den neununddreißigsten

35

und den vierzigsten Teilstrom aus dem Reaktor 4 heraus und einem gewünschten Ort zu.

Figur 11 zeigt einen Stapel von Reaktorplatten zur  
5 Verwendung bei einer zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Reaktors. Im Reaktor 300 sind die Reaktionskammern T-förmig ausgeführt.

Die Figuren 12-15 zeigen jeweils eine Reaktorplatte zur  
10 Verwendung bei der zweiten Ausführungsform des Reaktors.

Der Plattenstapel 300 besteht aus der Strömungs-  
verteilerplatte 302, den Reaktionskammer-Reaktorplatten  
15 304 und 308 und der Strömungsteilungs-Reaktorplatte 306. Die Platten 304 und 308 enthalten jeweils mehrere Reaktionskammern. Die Platte 302 (mit der in Figur 12a gezeigten Seitenfläche 302A) enthält Öffnungen zur Zuführung von Fluidströmen zur Platte 304. Die Platte  
20 306 enthält mehrere Strömungsteilungskammern.

Vorzugsweise liefere ein Wärmeaustauschkanal durch in den ersten Mischzonen der in diesen Figuren gezeigten Reaktionskammern ausgebildete Durchgangslöcher, wenn-  
25 gleich dies in den Figuren 12-15 nicht gezeigt ist.

Zwei Fluidkomponentenströme können folgendermaßen durch den Reaktor 300 geleitet werden. Ein erster und ein zweiter Fluidstrom (nicht gezeigt), die jeweils  
30 mindestens eine Komponente enthalten, können dem Reaktor 300 über in der Platte 302 ausgebildete Einlaßöffnungen 310 bzw. 312 zugeführt werden. Dann werden die Ströme durch die Einlaßöffnungen 310 und 312 Einlaßenden 318a bzw. 318b einer in einer  
35 Vorderseitenfläche 304A der Platte 304 ausgebildeten Reaktionskammer 318 (die in Figur 13b gezeigt ist und aus 318a-318e besteht) zugeführt. Dann werden die

Ströme in einer ersten Mischzone 318c der Kammer 318 zu einem ersten Mehrkomponentenstrom (nicht gezeigt) zusammengeführt, der dann durch den Strömungskanal 318d zum Auslaßende 318e geführt wird, wo der erste  
5 Mehrkomponentenstrom über Auslaßöffnung 320 aus der Kammer 318 austritt.

Durch die Auslaßöffnung 320 wird der erste Mehrkomponentenstrom einem Strömungsteilungsbereich 322a  
10 der in einer Vorderseitenfläche 306A der Platte 306 ausgebildeten Strömungsteilungskammer 322 zugeführt. Der erste Mehrkomponentenstrom wird im Bereich 322a in einen ersten und einen zweiten Mehrkomponententeilstrom (nicht gezeigt) geteilt, die dann den Auslaßenden 322b  
15 bzw. 322c zugeführt werden, wo der erste und der zweite Teilstrom über die Auslaßöffnungen 324 bzw. 326 aus der Kammer 322 austreten.

Durch die Auslaßöffnungen 324 und 326 werden der erste  
20 und der zweite Teilstrom den Einlaßenden 330a bzw. 330b einer in einer Vorderseitenfläche 308A der Platte 308 ausgebildeten Reaktionskammer 330 zugeführt. Dann werden die Ströme in einer ersten Mischzone 330c der Kammer 330 zu einem zweiten Mehrkomponentenstrom (nicht  
25 gezeigt) zusammengeführt, der dann durch Strömungskanal 330d dem Auslaßende 330e zugeführt wird.

Durch die in der Platte 306 ausgebildete Einlaßöffnung 332 wird der zweite Mehrkomponentenstrom dem Strömungsteilungsbereich 334c einer in der Fläche 306A der  
30 Platte 306 ausgebildeten Reaktionskammer 334 zugeführt. Der Strom wird im Bereich 334c in einen dritten und einen vierten Mehrkomponententeilstrom (nicht gezeigt) geteilt, die dann den Auslaßenden 334a bzw. 334b  
35 zugeführt werden. Der dritte und der vierte Teilstrom werden durch in der Platte 304 ausgebildete Einlaßöffnungen 338 und 340 den Einlaßenden 336a bzw. 336b

einer in einer Fläche 304A der Platte 304 ausgebildeten Reaktionskammer 336 (die in Figur 13b gezeigt ist und aus 336a-336e besteht) zugeführt. Dann werden der dritte und der vierte Teilstrom in einer ersten  
5 Mischzone 336c zu einem dritten Mehrkomponentenstrom (nicht gezeigt) zusammengeführt, der dann durch den Strömungskanal 336d zum Auslaßende 336e der Kammer 336 geführt wird. Der dritte Mehrkomponentenstrom tritt über die im Auslaßende 336e ausgebildete Auslaßöffnung  
10 342 aus der Kammer 336 aus.

Durch die Auslaßöffnung 342 strömt der dritte Mehrkomponentenstrom in den Strömungsteilungsbereich 346a einer in der Fläche 306A der Platte 306 ausgebildeten  
15 Strömungsteilungskammer 346. Im Bereich 346a wird der dritte Mehrkomponentenstrom in einen fünften und einen sechsten Mehrkomponententeilstrom (nicht gezeigt) geteilt, die dann den Auslaßenden 346b bzw. 346c der Kammer 346 zugeführt werden. Der fünfte und der sechste  
20 Teilstrom treten aus der Kammer 346 über in den Auslaßenden 346b und 246c ausgebildete Auslaßöffnungen 348 bzw. 350 aus.

Durch die Auslaßöffnungen 348 und 350 werden der fünfte und der sechste Teilstrom den Einlaßenden 354a bzw.  
25 354b einer in einer Fläche 308A der Platte 308 ausgebildeten Reaktionskammer 354 zugeführt. Dann werden die Teilströme in einer ersten Mischzone 354c zu einem vierten Mehrkomponentenstrom (nicht gezeigt)  
30 zusammengeführt, der dann durch Strömungskanal 354d dem Auslaßende 354e der Kammer 354 zugeführt wird.

Vom Auslaßende 354e wird der vierte Mehrkomponentenstrom durch die in der Platte 306 ausgebildete  
35 Einlaßöffnung 358 einem Strömungsteilungsbereich 360c einer in der Fläche 306A der Platte 306 ausgebildeten Reaktionskammer 360 zugeführt. Im Bereich 360c wird der

vierte Mehrkomponentenstrom in einen siebten und einen achten Mehrkomponententeilstrom (nicht gezeigt) geteilt, die dann den Auslaßenden 360a bzw. 360b zugeführt werden.

5

Von den Auslaßenden 360a bzw. 360b werden der siebte und der achte Teilstrom durch in der Platte 304 ausgebildete Einlaßöffnungen 366 und 368 den Einlaßenden 370a bzw. 370b einer in einer Fläche 304A der Platte 304 ausgebildeten Reaktionskammer 370 (die in Figur 13b gezeigt ist und aus 370a-370e besteht) zugeführt. Dann werden der siebte und der achte Teilstrom in einer ersten Mischzone 370c der Kammer 370 zu einem fünften Mehrkomponentenstrom (nicht gezeigt) zusammengeführt, der dann durch den Strömungskanal 370d zum Auslaßende 370e geführt wird. Der fünfte Mehrkomponentenstrom tritt über die im Auslaßende 370e ausgebildete Auslaßöffnung 371 aus der Kammer 370 aus.

20 Durch die Auslaßöffnung 371 strömt der fünfte Mehrkomponentenstrom in den Strömungsteilungsbereich 372a einer in der Fläche 306A der Platte 306 ausgebildeten Strömungsteilungskammer aus den Bereichen 372a-372c. Im Bereich 372a wird der fünfte Mehrkomponentenstrom in einen neunten und einen zehnten Mehrkomponententeilstrom (nicht gezeigt) geteilt, die dann den Auslaßenden 372b bzw. 372c zugeführt werden. Der neunte und der zehnte Teilstrom treten aus der Kammer 372 über die Auslaßöffnungen 374 bzw. 376 aus.

30

Durch die Auslaßöffnungen 374 und 376 werden der neunte und der zehnte Teilstrom den Einlaßenden 378a bzw. 378b einer in einer Fläche 308A der Platte 308 ausgebildeten Reaktionskammer 378 zugeführt. Dann werden der neunte und der zehnte Teilstrom in einer ersten Mischzone 378c der Kammer 378 zu einem sechsten Mehrkomponentenstrom (nicht gezeigt) zusammengeführt, der dann durch



Strömungskanal 378d dem Auslaßende 378e der Kammer 378  
zugeführt wird.

Vom Auslaßende 378e wird der sechste Mehrkomponenten-  
5 strom durch die in der Platte 306 ausgebildete  
Einlaßöffnung 380 einem Strömungsteilungsbereich 382c  
einer in der Fläche 306A der Kammer 306 ausgebildeten  
Reaktionskammer 382 zugeführt. Im Bereich 382c wird der  
sechste Mehrkomponentenstrom in einen elften und einen  
10 zwölften Mehrkomponententeilstrom (nicht gezeigt)  
geteilt, die dann den Auslaßenden 382a bzw. 382b der  
Kammer 382 zugeführt werden.

Von den Auslaßenden 382a und 382b werden der elfte und  
15 der zwölfte Teilstrom durch in der Platte 304  
ausgebildete Einlaßöffnungen 384 und 386 den  
Einlaßenden 388a bzw. 388b einer in einer Fläche 304A  
der Platte 304 ausgebildeten Reaktionskammer 388 (die  
in Figur 13b gezeigt ist und aus 388a-388e besteht)  
20 zugeführt. Dann werden der elfte und der zwölfte  
Teilstrom in einer ersten Mischzone 388c der Kammer 388  
zu einem siebten Mehrkomponentenstrom (nicht gezeigt)  
zusammengeführt, der dann durch den Strömungskanal 388d  
zum Auslaßende 388e geführt wird. Der Strom tritt über  
25 die Auslaßöffnung 390 aus der Kammer 388 aus.

Durch die Auslaßöffnung 390 strömt der siebte Mehr-  
komponentenstrom in den Strömungsteilungsbereich 394a  
einer in der Fläche 306A der Platte 306 ausgebildeten  
30 Strömungsteilungskammer 394. Im Bereich 394a wird der  
siebte Mehrkomponentenstrom in einen dreizehnten und  
einen vierzehnten Mehrkomponententeilstrom (nicht  
gezeigt) geteilt, die dann den Auslaßenden 394b bzw.  
394c der Kammer 394 zugeführt werden. Der dreizehnte  
35 und der vierzehnte Teilstrom treten aus der Kammer 394  
über die Auslaßöffnungen 396 bzw. 398 aus.

- Durch die Auslaßöffnungen 396 und 398 werden der dreizehnte und der vierzehnte Teilstrom den Einlaßenden 402a bzw. 402b einer in einer Fläche 308A der Platte 308 ausgebildeten Reaktionskammer 402 zugeführt. Die
- 5 Teilströme werden in einer ersten Mischzone 402c der Kammer 402 zu einem achten Mehrkomponentenstrom (nicht gezeigt) zusammengeführt, der dann durch Strömungskanal 402d dem Auslaßende 402e der Kammer 402 zugeführt wird.
- 10 Vom Auslaßende 402e wird der achte Mehrkomponentenstrom durch die in der Platte 306 ausgebildete Einlaßöffnung 406 einem Strömungsteilungsbereich 408c einer in der Fläche 306A der Platte 306 ausgebildeten Strömungsteilungskammer 408 zugeführt. Im Bereich 408c wird der
- 15 achte Mehrkomponentenstrom in einen fünfzehnten und einen sechzehnten Mehrkomponententeilstrom (nicht gezeigt) geteilt, die dann den Auslaßenden 408a bzw. 408b zugeführt werden.
- 20 Von den Auslaßenden 408a und 408b werden der fünfzehnte und der sechzehnte Teilstrom durch in der Platte 304 ausgebildete Einlaßöffnungen 414 und 416 den Einlaßenden 418a bzw. 418b einer in einer Fläche 304A der Platte 304 ausgebildeten Reaktionskammer 418 (die
- 25 in Figur 13b gezeigt ist und aus 418a-418e besteht) zugeführt. Dann werden die Teilströme in einer ersten Mischzone 418c der Kammer 418 zu einem neunten Mehrkomponentenstrom (nicht gezeigt) zusammengeführt, der dann durch den Strömungskanal 418d zum Auslaßende
- 30 418e der Kammer 418 geführt wird.
- Vom Auslaßende 418e wird der neunte Mehrkomponentenstrom durch die in der Platte 302 ausgebildete Auslaßöffnung 422 geführt. Von der Auslaßöffnung 422
- 35 kann der neunte Mehrkomponentenstrom aus dem Reaktor 300 an einen gewünschten Ort ausgetragen werden.

Wenngleich die vorliegende Erfindung anhand von bevorzugten Ausführungsformen beschrieben wurde, ist es für den Fachmann offensichtlich, daß an Form und Detail Änderungen vorgenommen werden können, ohne den Schutzbereich der Erfindung, wie er in den beigefügten Ansprüchen definiert ist, zu verlassen.

5

## Ansprüche

1. Plattenreaktor für chemische Reaktionen mit einer oder mehreren Reaktorplatten einschließlich  
5 mindestens einer Reaktionskammer-Reaktorplatte, mit mindestens einer auf einer Vorderseitenfläche der Reaktionskammer-Reaktorplatte ausgebildeten Reaktionskammer und mindestens einen Wärmeaustauschkanal, der die Reaktionskammer-  
10 Reaktorplatte so durchläuft, daß mindestens ein Abschnitt des Wärmeaustauschkanals in Wärmeaustauschbeziehung mit der Reaktionskammer angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Reaktionskammer mehrere Einlaßeinrichtungen zum  
15 Zuführen mehrerer voneinander getrennter Fluidkomponentenströme, eine erste Mischzone zum Mischen der getrennten Fluidkomponentenströme zu einem einzigen, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponentenfluidstrom und mindestens eine  
20 Auslaßeinrichtung enthält.
2. Reaktor nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch mehrere Reaktorplatten, die Vorderseite an  
25 Rückseite aufeinandergestapelt sind.
3. Reaktor nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch mindestens eine erste Endplatte und mindestens eine zweite Endplatte, zwischen denen mehrere Reaktorplatten angeordnet sind.  
30
4. Reaktor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Einlaßeinrichtungen so angeordnet sind, daß sie die voneinander getrennten Fluidkomponentenströme in einer Primär-  
35 zur Primär- richtung weitgehend senkrechte Richtungen führen, wobei die Primär- richtung quer

zur Vorderseitenfläche der einen oder mehreren Reaktorplatten verläuft.

5. Reaktor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,  
5 daß die Reaktionskammer eine hinter den Einlaß-  
einrichtungen und vor der ersten Mischzone  
angeordnete und mit ihnen in Strömungsverbindung  
stehende turbulenzerzeugende Zone enthält.
- 10 6. Reaktor nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch eine  
einzige Auslaßeinrichtung für den einzigen,  
zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponenten-  
fluidstrom.
- 15 7. Reaktor nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch  
mindestens einen hinter der ersten Mischzone  
angeordneten und mit ihr in Fließverbindung  
stehenden Strömungsteiler, der so angeordnet ist,  
20 daß der einzige, zumindest teilweise umgesetzte  
Mehrkomponentenfluidstrom in mehrere, zumindest  
teilweise umgesetzte Mehrkomponentenfluid-  
teilströme geteilt wird.
- 25 8. Reaktor nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch  
mindestens einen Strömungsteiler zum Teilen des  
einzigen, zumindest teilweise umgesetzten  
Mehrkomponentenfluidstroms in mehrere, zumindest  
teilweise umgesetzte Mehrkomponentenfluidteil-  
30 ströme, wobei der mindestens eine Strömungsteiler  
hinter der ersten Mischzone angeordnet ist und mit  
ihr in Fließverbindung steht und ferner so  
angeordnet ist, daß der einzige, zumindest  
35 teilweise umgesetzte Mehrkomponentenfluidstrom in  
zur Primärriichtung weitgehend senkrechten  
Richtungen geteilt wird.

9. Reaktor nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,  
daß der Strömungsteiler sich in der einen  
Reaktionskammer befindet, hinter der ersten  
Mischzone angeordnet ist und mit ihr in  
Fließverbindung steht.
10. Reaktor nach Anspruch 9, gekennzeichnet durch  
mehrere Auslaßeinrichtungen, die jeweils so  
angeordnet sind, daß sie einen der zumindest  
teilweise umgesetzten Mehrkomponentenfluid-  
teilströme aufnehmen.
11. Reaktor nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Reaktionskammer X-förmig ausgeführt ist.
12. Reaktor nach Anspruch 10, gekennzeichnet durch  
mehrere Reaktionskammern in Reihenschaltung.
13. Reaktor nach Anspruch 12, gekennzeichnet durch  
mehrere Reaktionskammer-Reaktorplatten.
14. Reaktor nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,  
daß mindestens ein Strömungsteiler in mindestens  
einer separaten Strömungsteilungskammer angeordnet  
ist, welche eine Einlaßeinrichtung enthält, die so  
angeordnet ist, daß sie den einzigen, zumindest  
teilweise umgesetzten Mehrkomponentenfluidstrom  
aus der Ausgangseinrichtung der Reaktionskammer  
aufnimmt, einen Strömungsteiler enthält, der so  
angeordnet ist, daß er den einzigen, zumindest  
teilweise umgesetzten Mehrkomponentenfluidstrom  
aus der Einlaßeinrichtung der Strömungsteilungs-  
kammer aufnimmt und den Mehrkomponentenfluidstrom  
in mehrere, Mehrkomponentenfluidteilströme teilt,  
und daß mehrere Auslaßeinrichtungen so angeordnet  
sind, daß sie die mehreren, zumindest teilweise

umgesetzten Mehrkomponentenfluidteilströme aus dem Strömungsteiler aufnehmen.

- 5 15. Reaktor nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Einlaßeinrichtung der Strömungsteilungskammer so angeordnet ist, daß sie den einzigen, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponentenfluidstrom in Primärriechtung aufnimmt und daß der Strömungsteiler der Strömungsteilungskammer so
- 10 angeordnet ist, daß der einzige, zumindest teilweise umgesetzte Mehrkomponentenfluidstrom in zur Primärriechtung weitgehend senkrechten Richtungen geteilt wird.
- 15 16. Reaktor nach Anspruch 15, gekennzeichnet durch mindestens eine Strömungsteilungs-Reaktorplatte, auf deren Vorderseitenfläche mindestens eine Strömungsteilungskammer ausgebildet ist.
- 20 17. Reaktor nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine Reaktionskammer T-förmig ausgeführt ist.
- 25 18. Reaktor nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine Strömungsteilungskammer länglich oder T-förmig ausgeführt ist.
- 30 19. Reaktor nach Anspruch 16, gekennzeichnet durch mehrere Reaktionskammern und mehrere Strömungsteilungskammern in Reihenschaltung.
- 35 20. Reaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Abschnitt des Wärmeaustauschkanals in Wärmeaustauschbeziehung mit der ersten Mischzone angeordnet ist.

21. Reaktor nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Abschnitt des Wärmeaustauschkanals die erste Mischzone durchläuft.
- 5 22. Reaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jede der Reaktorplatten eine Dicke im Bereich von 0,001 Zoll bis 1,0 Zoll (0,025 bis 25,4 mm) aufweist.
- 10 23. Reaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jede der Reaktorplatten aus einem wärmeleitenden Material besteht.
- 15 24. Reaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jede der Reaktionskammern durch einen Ätzprozeß ausgebildet wird.
- 20 25. Reaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jede der Reaktionskammern und jede der Strömungsteilungskammern durch einen Ätzprozeß ausgebildet wird.
- 25 26. Verfahren zur Umsetzung von zwei oder mehr Fluidkomponentenströmen mit Hilfe eines Plattenreaktors, mit einer oder mehreren Reaktorplatten einschließlich mindestens einer Reaktionskammer-Reaktorplatte, mindestens einer auf einer Vorderseitenfläche der Reaktionskammer-Reaktorplatte ausgebildeten Reaktionskammer und
- 30 mindestens einem Wärmeaustauschkanal, der die Reaktionskammer-Reaktorplatte so durchläuft, daß mindestens ein Abschnitt des Wärmeaustauschkanals in Wärmeaustauschbeziehung mit der Reaktionskammer angeordnet ist, wobei die Reaktionskammer mehrere
- 35 Einlaßeinrichtungen zum Zuführen mehrerer voneinander getrennter Fluidkomponentenströme, eine erste Mischzone zum Mischen der getrennten



Fluidkomponentenströme zu einem einzigen, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponentenfluidstrom und mindestens eine Auslaßeinrichtung enthält, dadurch gekennzeichnet, daß man mehrere voneinander getrennte Fluidkomponentenströme in die mehreren Einlaßeinrichtungen und von dort durch den Reaktor und die mindestens eine Auslaßeinrichtung führt und dabei mindestens ein Wärmeaustauschfluid durch den Abschnitt des mindestens einen Wärmeaustauschkanals führt.

27. Verfahren nach Anspruch 26, mit mindestens einer ersten Endplatte und mindestens einer zweiten Endplatte, zwischen denen mehrere Reaktorplatten angeordnet sind, wobei die erste Endplatte mindestens eine erste Wärmeaustauschöffnung für das mindestens eine Wärmeaustauschfluid und mehrere Komponenten-Einlaßöffnungen für die voneinander getrennten Fluidkomponentenströme aufweist, die zweite Endplatte mindestens eine zweite Wärmeaustauschöffnung oder mindestens einen Wärmeaustausch-Strömungsübertragungskanal für das mindestens eine Wärmeaustauschfluid aufweist dadurch gekennzeichnet, daß das Wärmeaustauschfluid durch die erste Wärmeaustauschöffnung und die zweite Wärmeaustauschöffnung oder den Wärmeaustausch-Strömungsübertragungskanal geführt und dabei die voneinander getrennten Fluidkomponentenströme durch die Komponentenöffnungen geleitet werden.

28. Verfahren nach Anspruch 26, wobei man mehrere Einlaßeinrichtungen so anordnet, daß sie die voneinander getrennten Fluidkomponentenströme in einer Primärriichtung aufnehmen und in zur Primärriichtung weitgehend senkrechte Richtungen weiterführen, dadurch gekennzeichnet, daß die

Primärriichtung quer zur Vorderseitenfläche der einen oder mehreren Reaktorplatten liegt und die voneinander getrennten Fluidkomponentenströme in der Primärriichtung durch die mehreren  
5 Einlaßeinrichtungen geführt werden.

29. Verfahren nach Anspruch 28, wobei man in der Reaktionskammer eine hinter den Einlaßeinrichtungen und vor der ersten Mischzone  
10 angeordnete und mit ihnen in Fließverbindung stehende turbulenz erzeugende Zone ausbildet, dadurch gekennzeichnet, daß die voneinander getrennten Fluidkomponentenströme durch die turbulenz erzeugende Zone geführt werden.

30. Verfahren nach Anspruch 26, bei dem der Reaktor mindestens einen hinter der ersten Mischzone angeordneten und mit ihr in Fließverbindung stehenden Strömungsteiler aufweist, der so  
20 angeordnet ist, daß der einzige, zumindest teilweise umgesetzte Mehrkomponentenfluidstrom in mehrere, zumindest teilweise umgesetzte Mehrkomponentenfluidteilströme geteilt wird, dadurch gekennzeichnet, daß man den zumindest  
25 teilweise umgesetzten Mehrkomponentenfluidstrom durch den mindestens einen Strömungsteiler hindurchleitet und so die mehreren, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponentenfluidteilströme bildet.

31. Verfahren nach Anspruch 30, bei dem der Reaktor mindestens einen Strömungsteiler zum Teilen des einzigen, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponentenfluidstroms in mehrere, zumindest  
30 teilweise umgesetzte Mehrkomponentenfluidteilströme enthält, dadurch gekennzeichnet, daß der Strömungsteiler hinter der ersten Mischzone

angeordnet ist und mit ihr in Fließverbindung steht und daß der einzige, zumindest teilweise umgesetzte Mehrkomponentenfluidstrom in zur Primärri-  
5                    chung weitgehend senkrechten Richtungen geteilt wird, wobei man den einzigen, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponentenfluidstrom in Primärri-  
                  chung durch den mindestens einen Strömungsteiler führt und so die mehreren, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponenten-  
10                   fluidteilströme bildet.

32. Verfahren nach Anspruch 31, bei dem der Strömungsteiler in mindestens einer separaten Strömungsteilungskammer angeordnet ist, welche  
15                   eine Einlaßeinrichtung, die so angeordnet ist, daß sie den einzigen, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponentenfluidstrom aus der Ausgangs-  
                  einrichtung der Reaktionskammer in einer Primärri-  
20                   chung aufnimmt, enthält, dadurch gekennzeichnet, daß der Strömungsteiler den einzigen, zumindest teilweise umgesetzten Mehrkomponentenfluidstrom aus der Einlaßein-  
                  richtung der Strömungsteilungskammer aufnimmt und der einzige, zumindest teilweise umgesetzte Mehrkomponentenfluidstrom in mehrere, zumindest  
25                   teilweise umgesetzte Mehrkomponentenfluid-  
                  teilströme in zur Primärri-  
                  chung weitgehend senkrechten Richtungen geteilt wird und mehrere Auslaßeinrichtungen, die mehreren, zumindest  
30                   teilweise umgesetzten Mehrkomponentenfluid-  
                  teilströme aus dem Strömungsteiler aufnimmt, wobei der einzige, zumindest teilweise umgesetzte Mehrkomponentenfluidstrom in der Primärri-  
                  chung durch die Einlaßeinrichtung der Strömungsteilungs-  
35                   kammer geführt wird.



FIG.2a

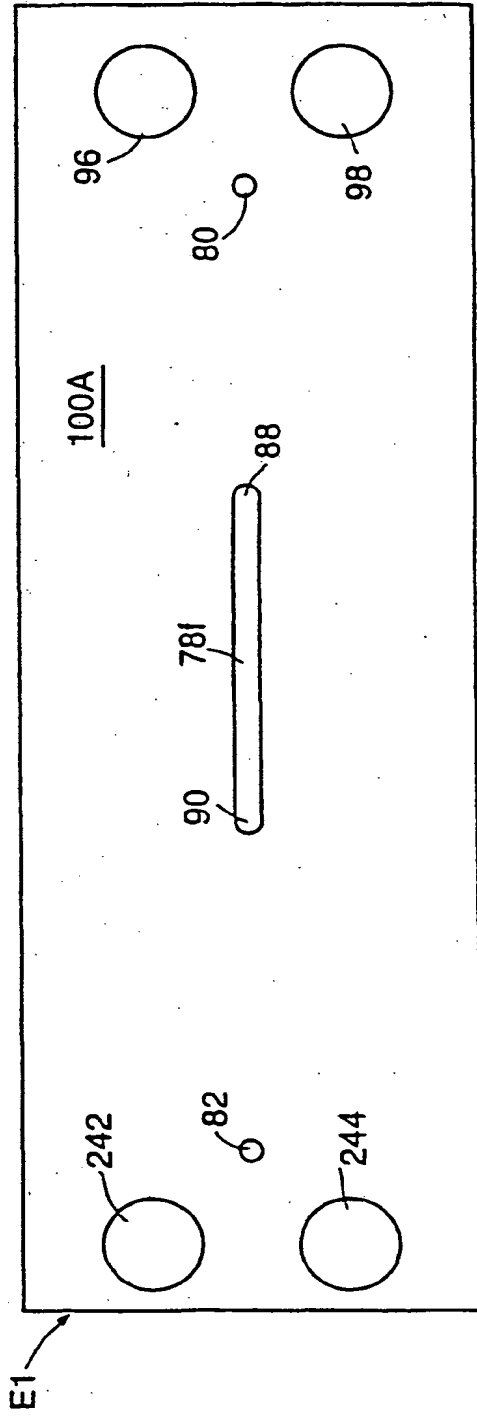


FIG.2b

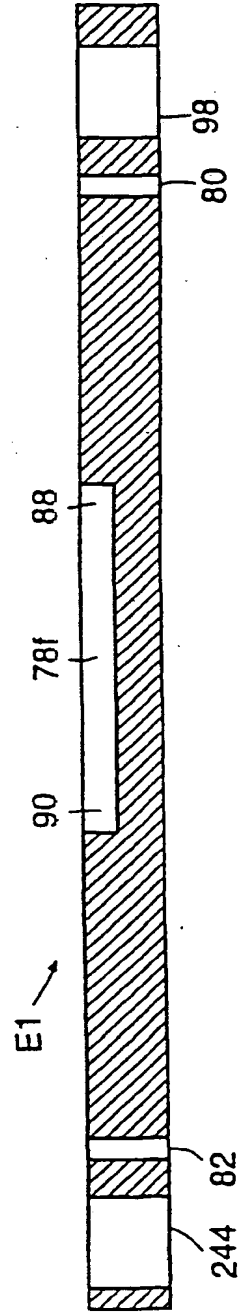


FIG.3a

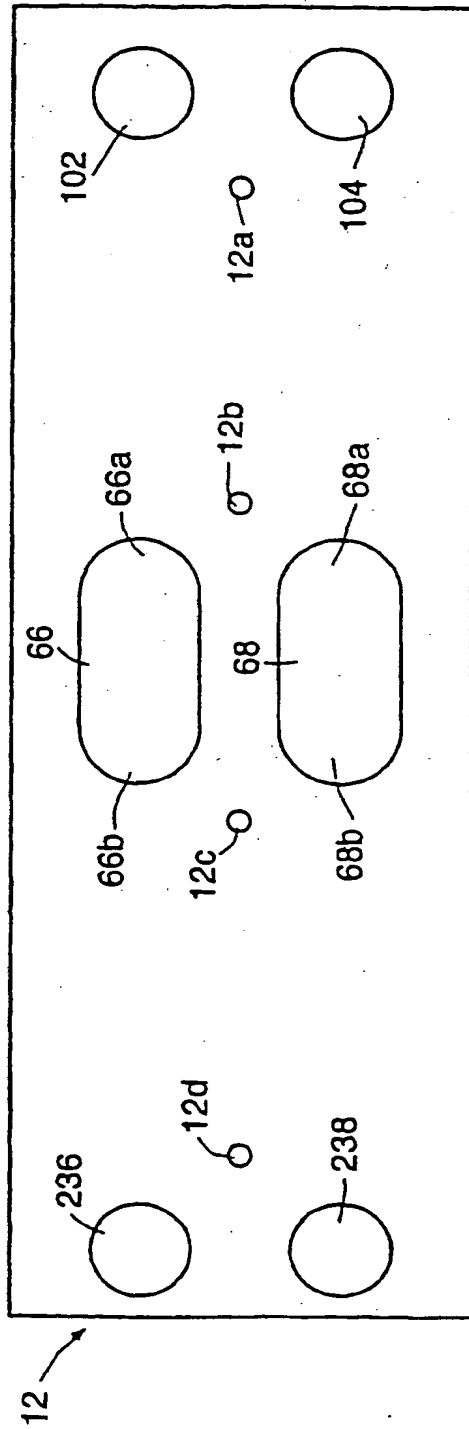


FIG.3b

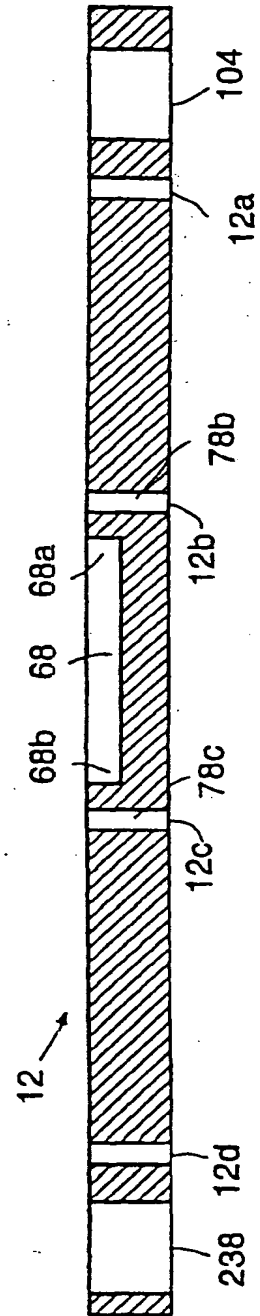


FIG. 4a

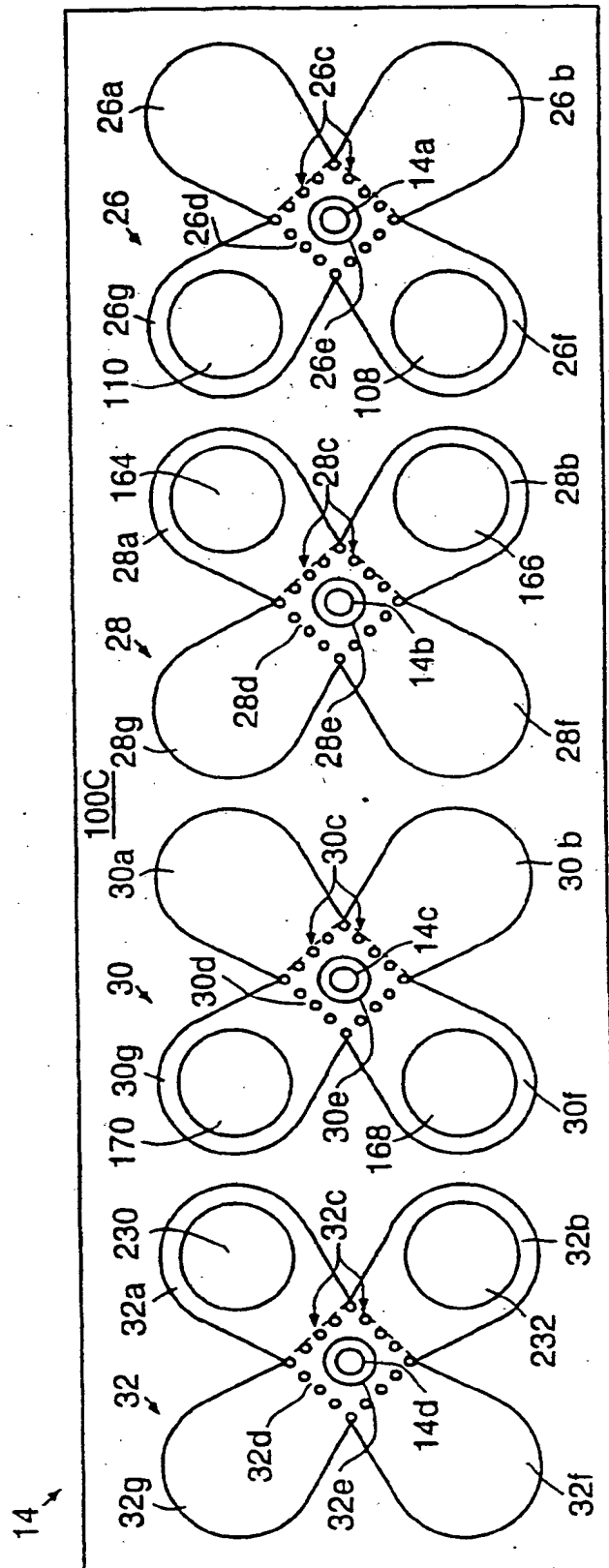


FIG. 4b

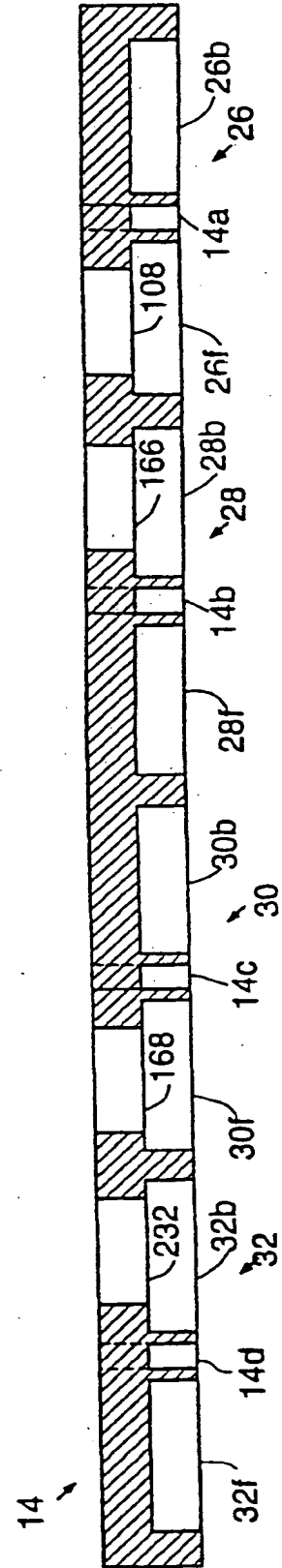


FIG. 5a

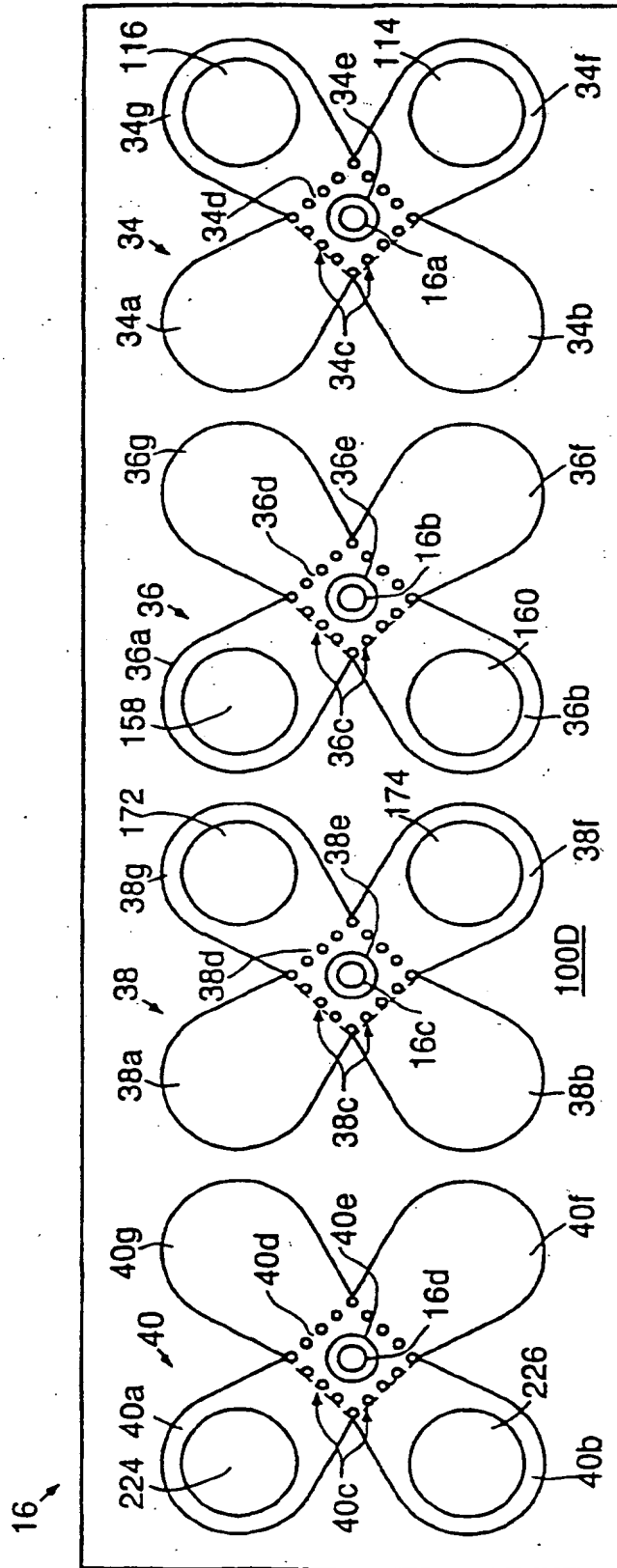


FIG. 5b

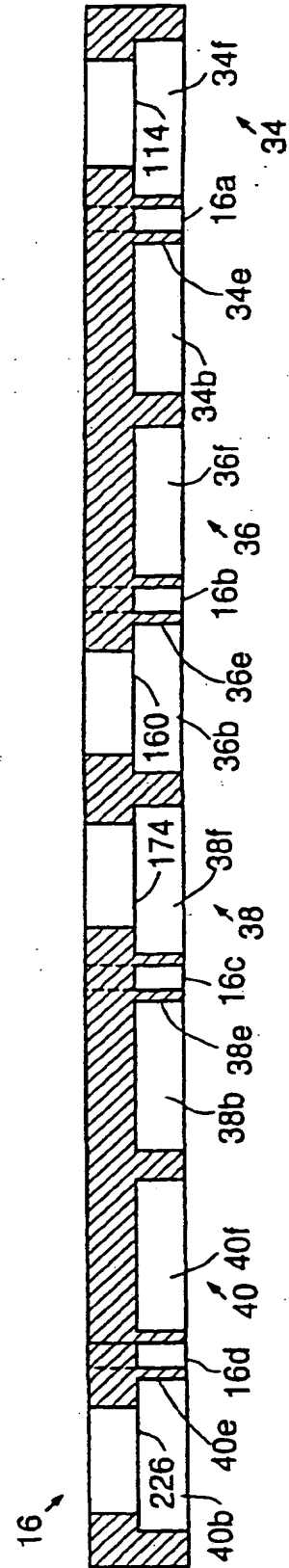




FIG. 6a

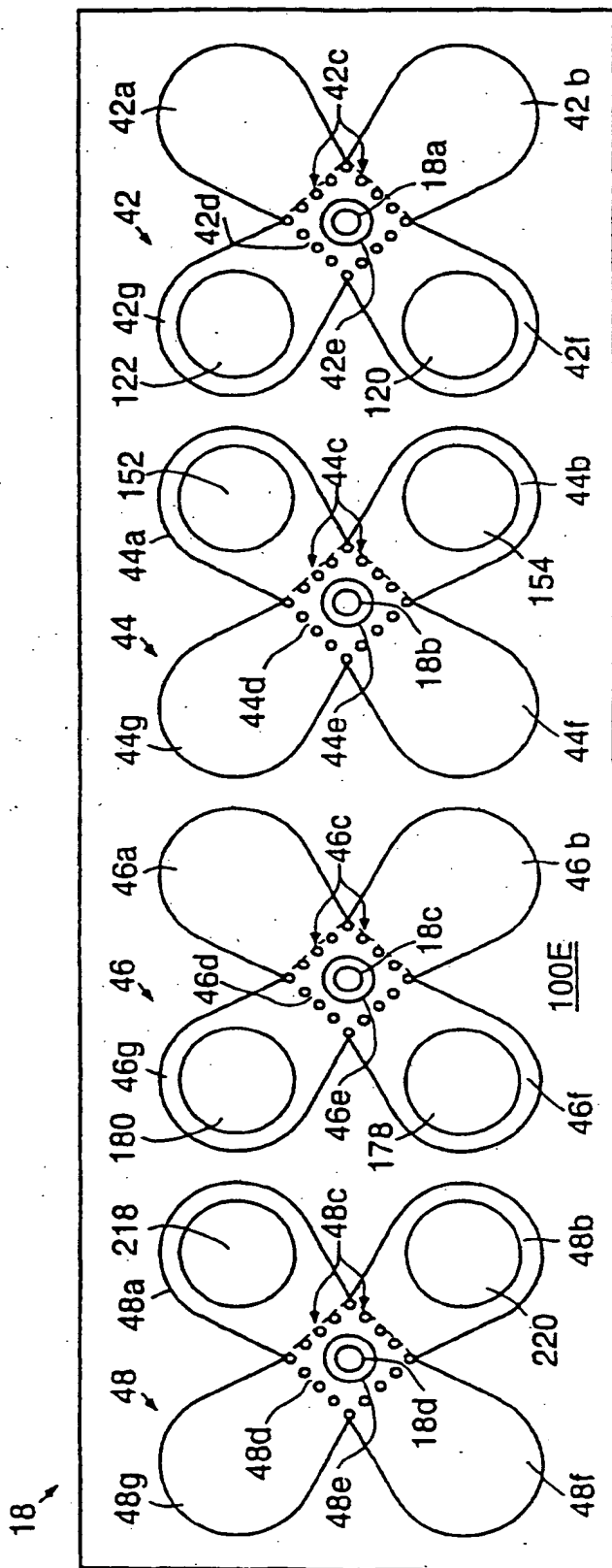


FIG. 6b

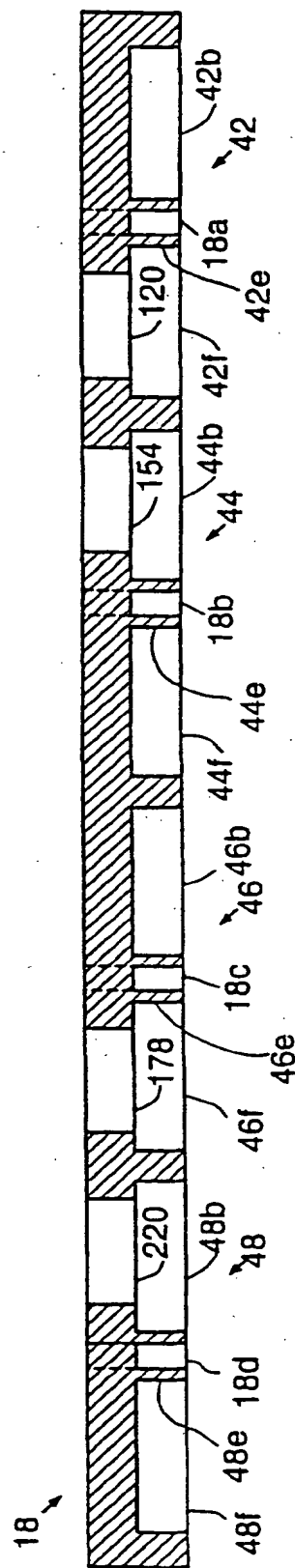


FIG. 7a

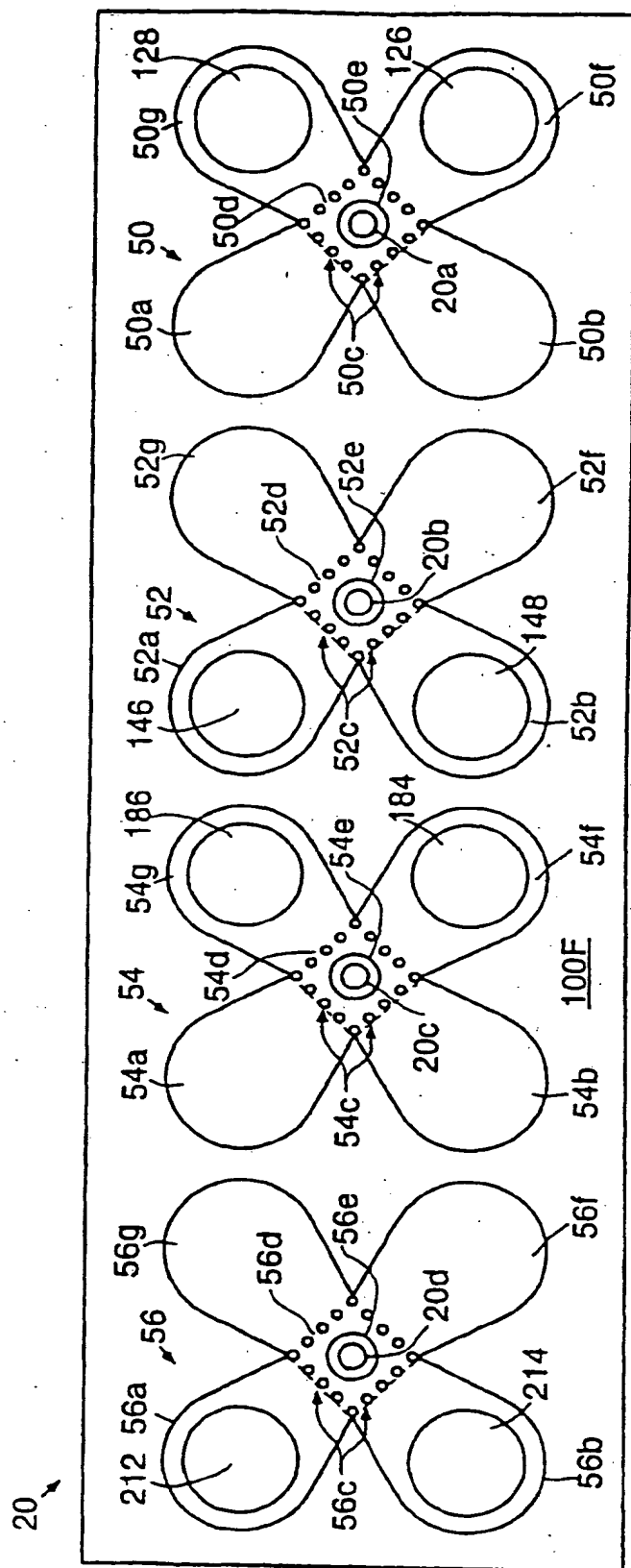


FIG. 7b

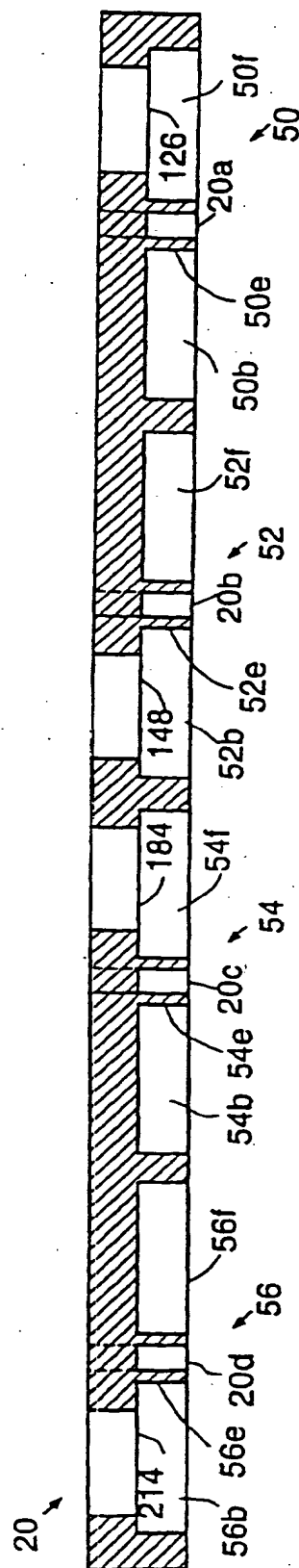


FIG. 8a

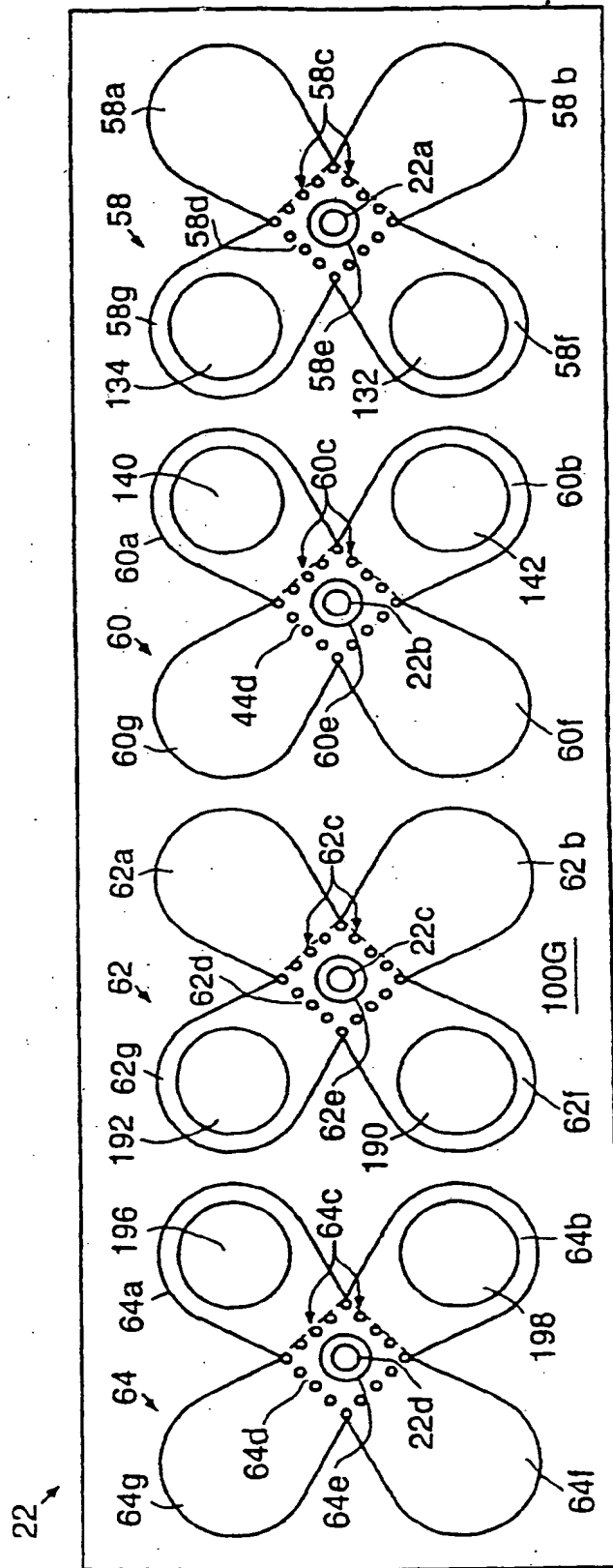


FIG. 8b

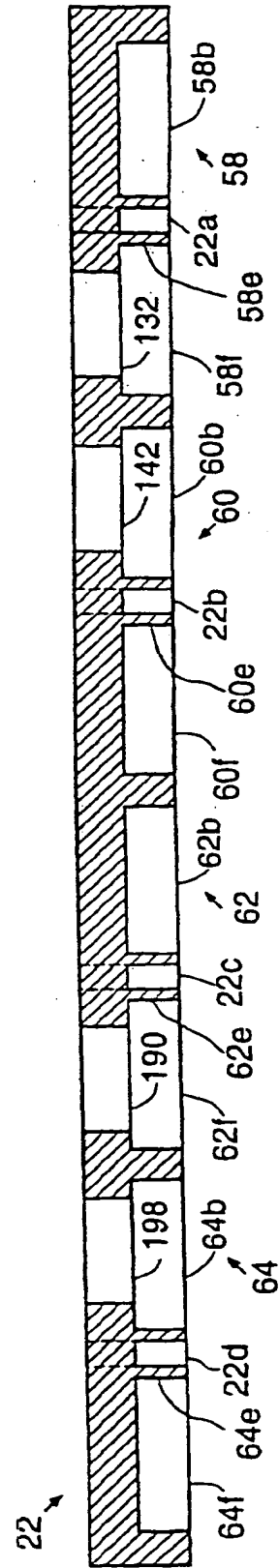


FIG.9a

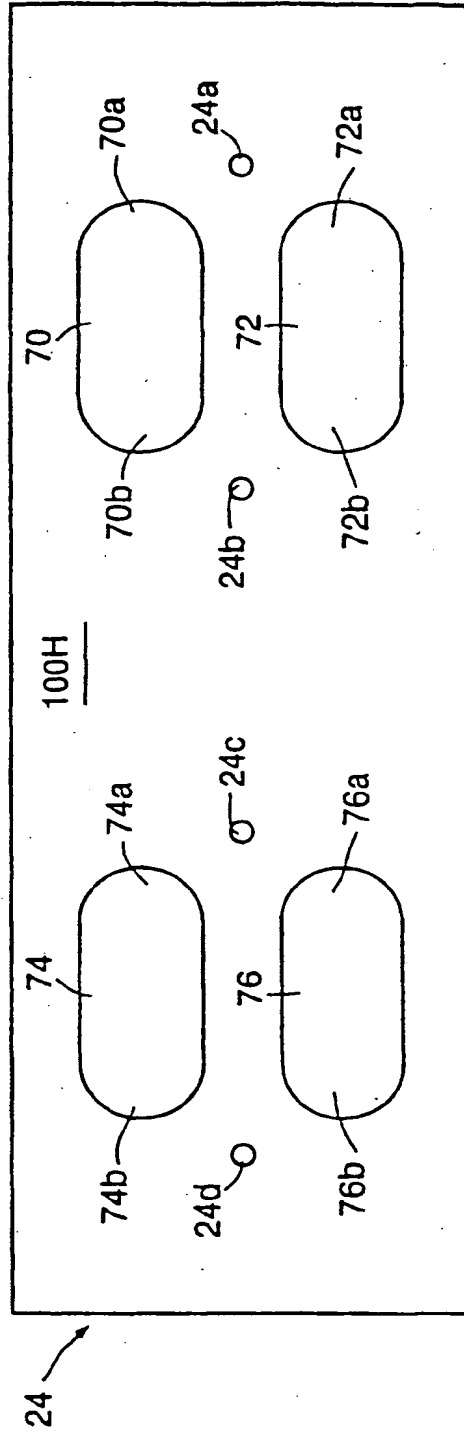


FIG.9b

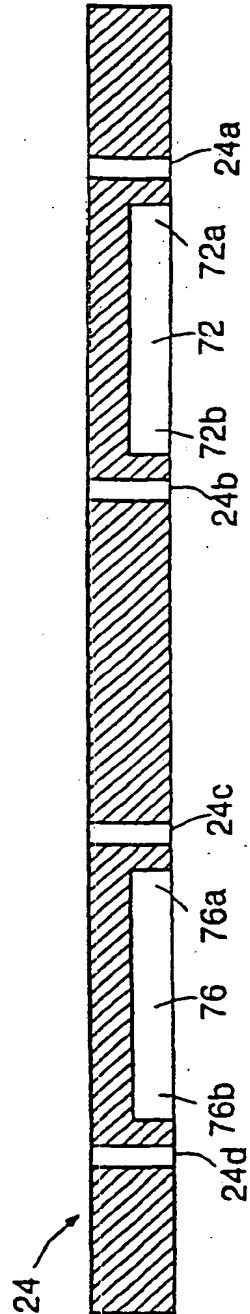


FIG.10a

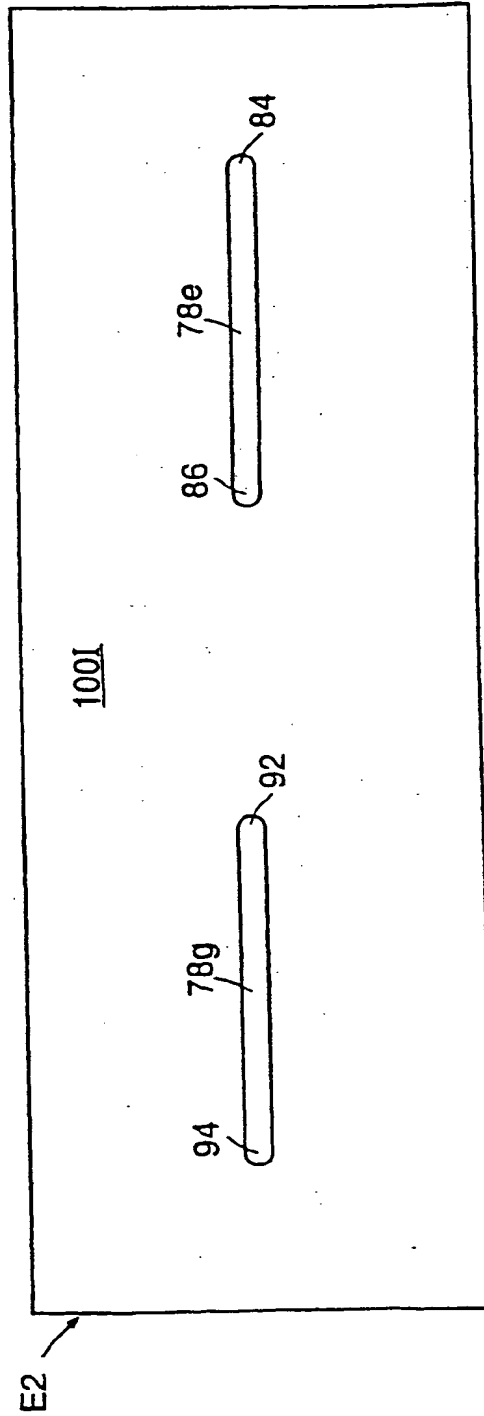


FIG.10b

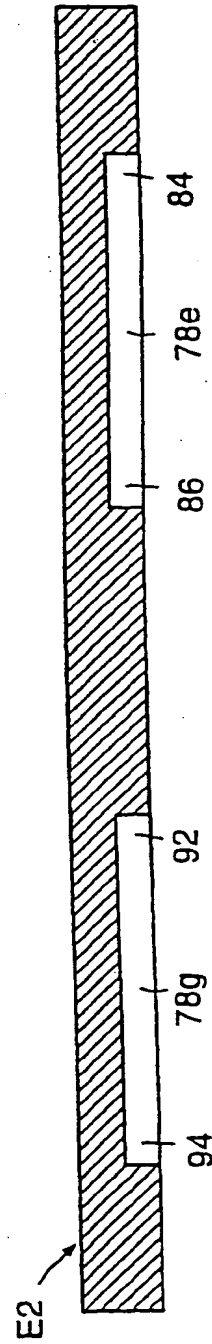


FIG. 11a

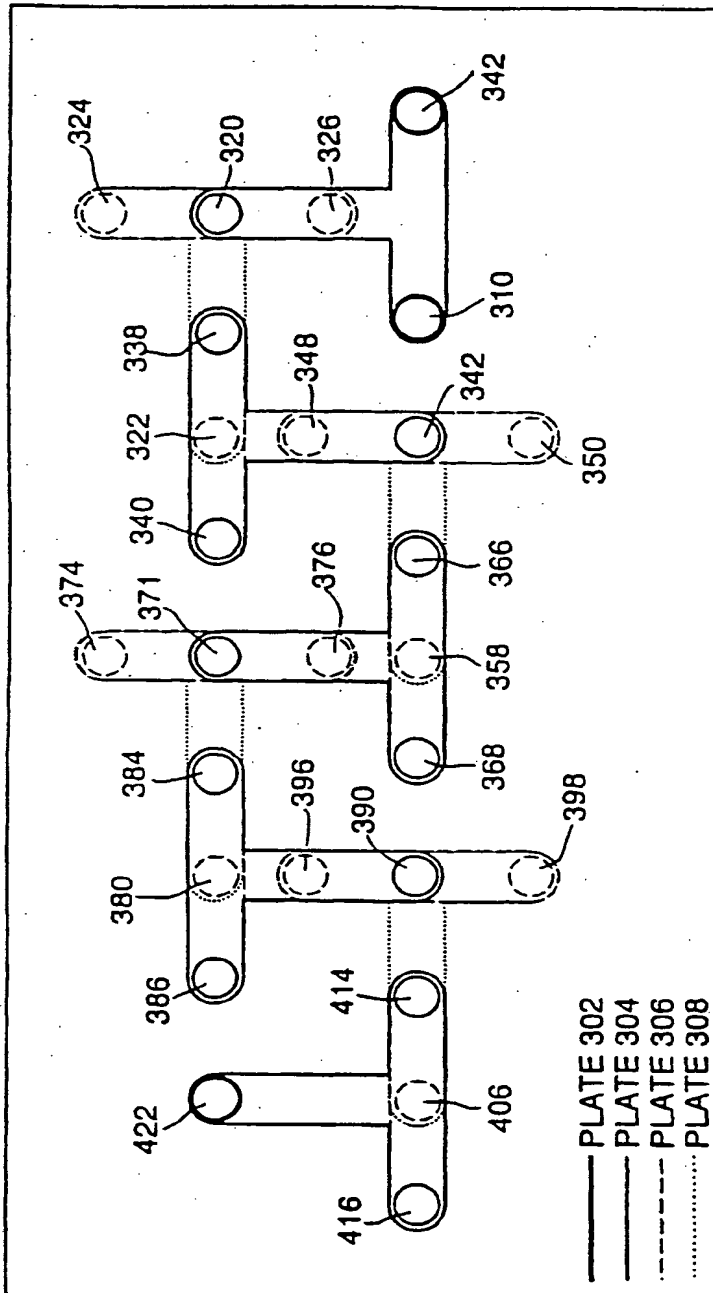


FIG. 11b

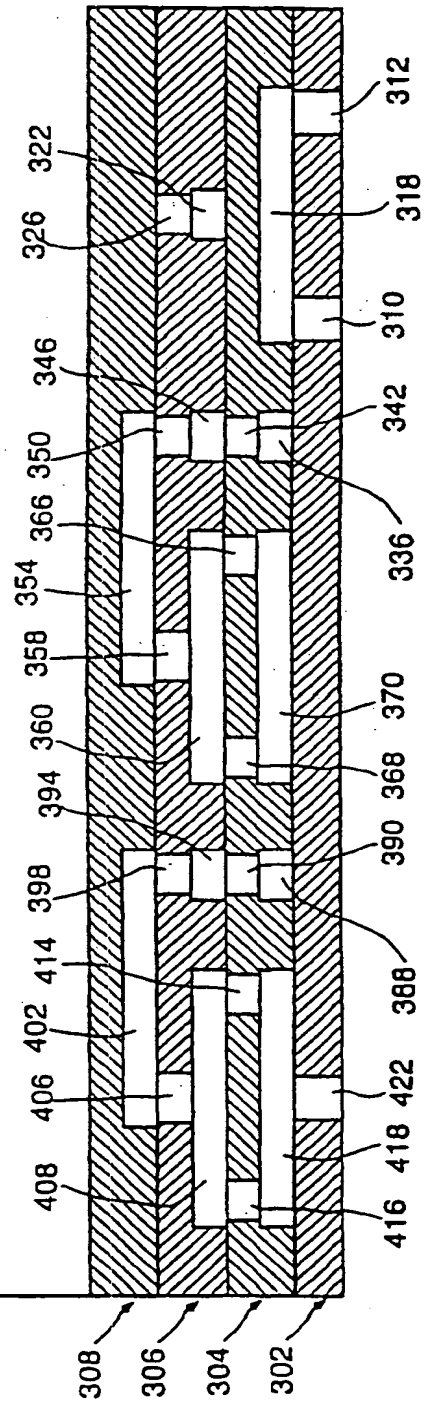


FIG. 12a

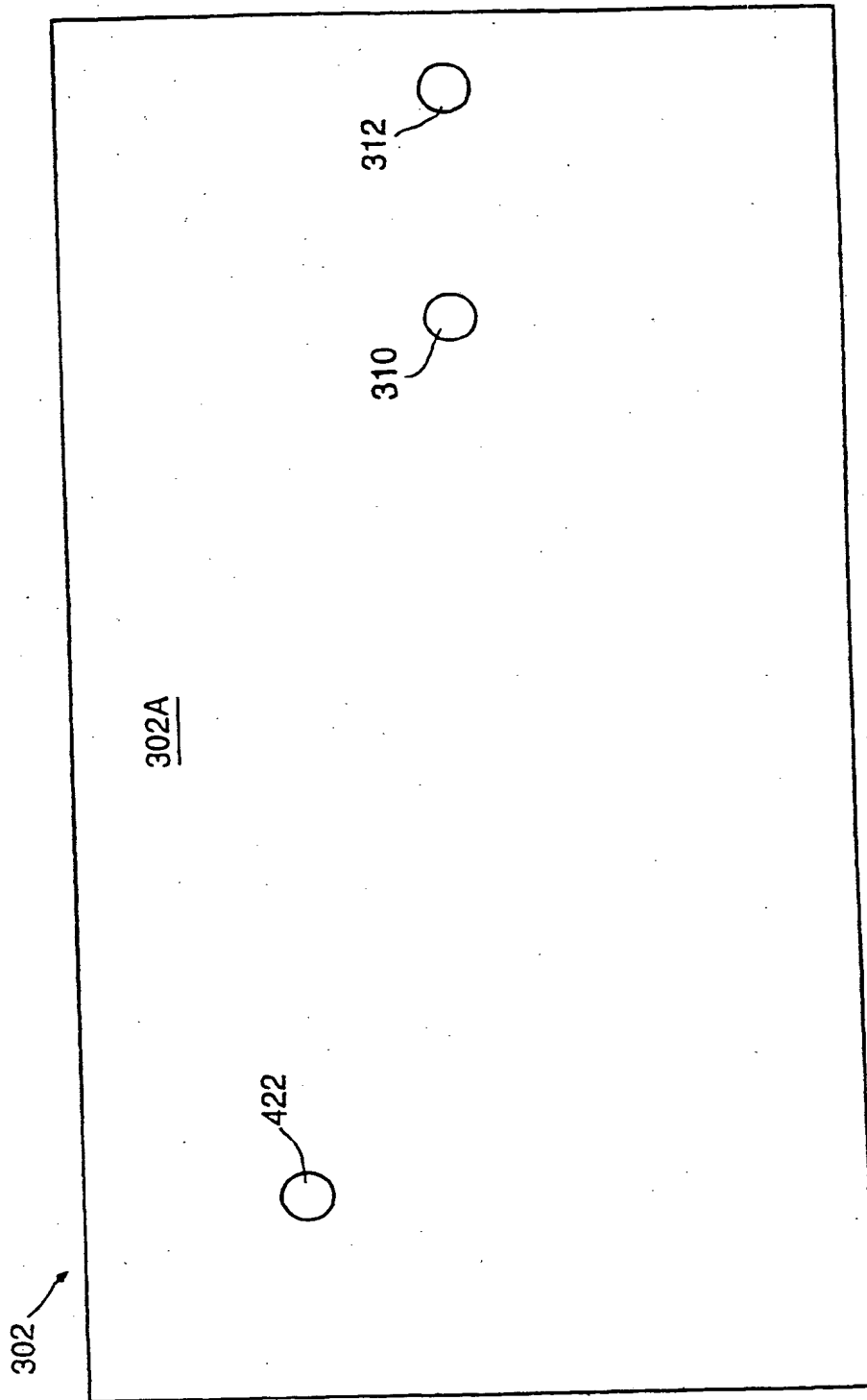


FIG. 12b

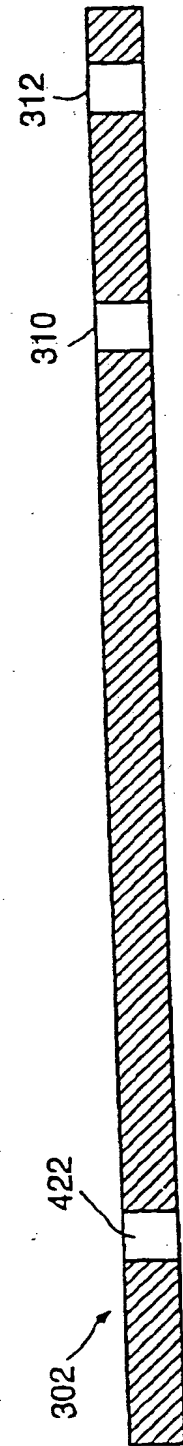


FIG. 13a

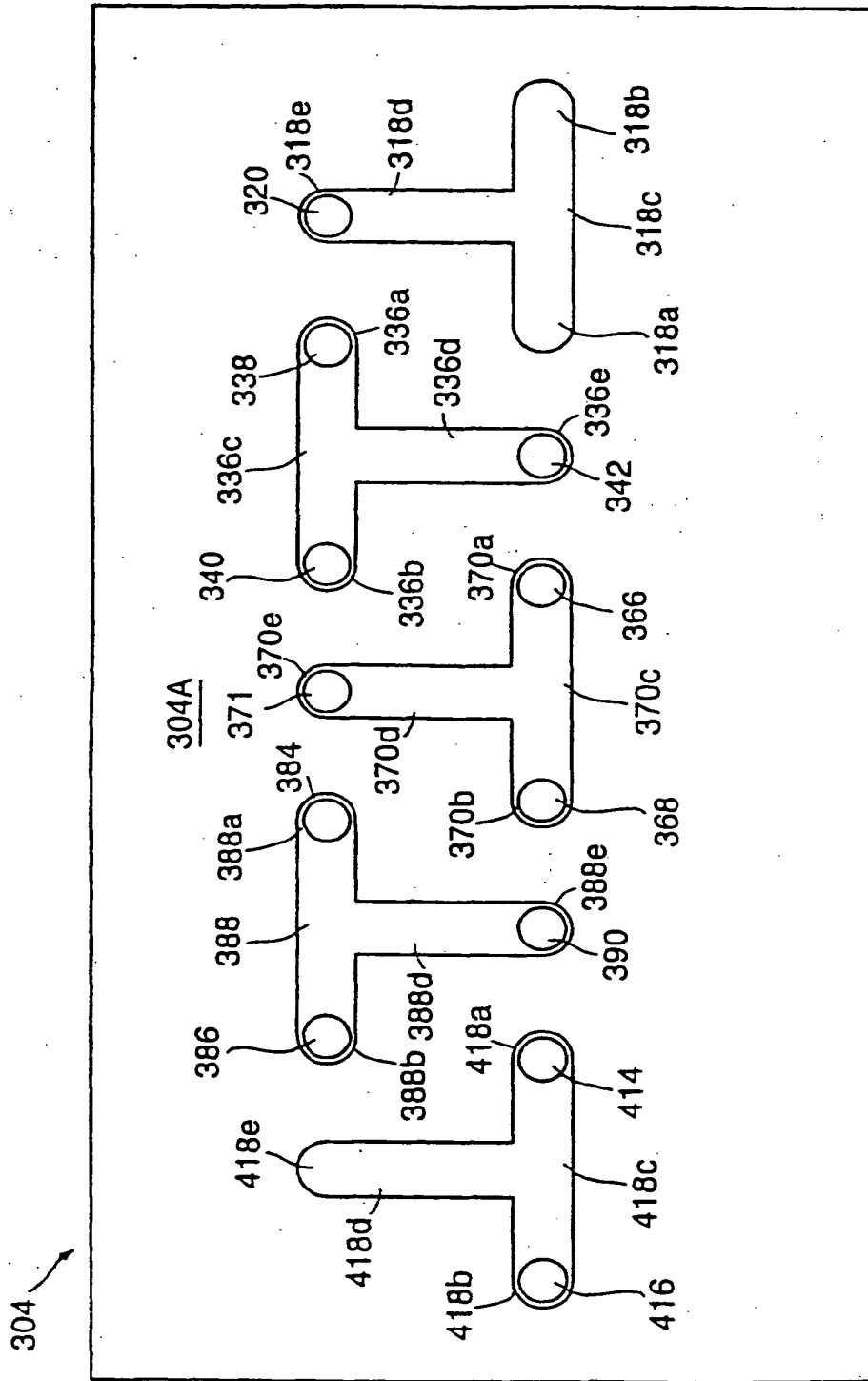


FIG. 13b

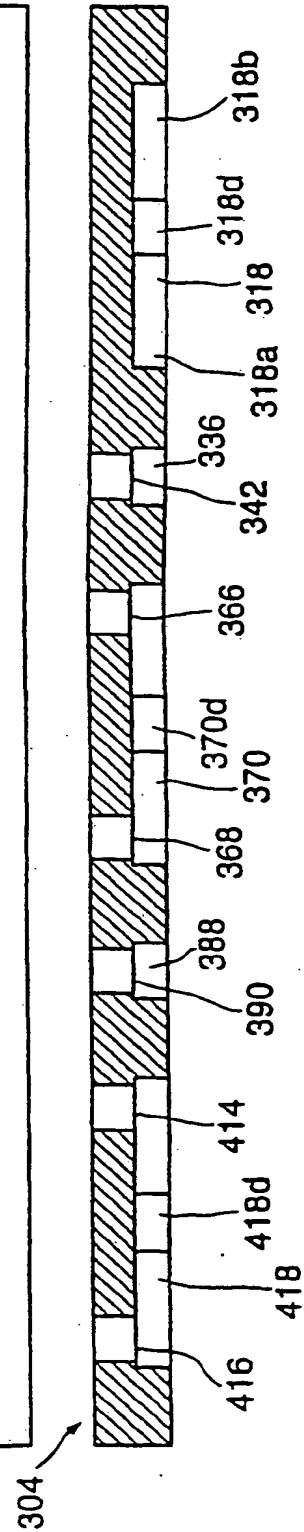




FIG. 14a

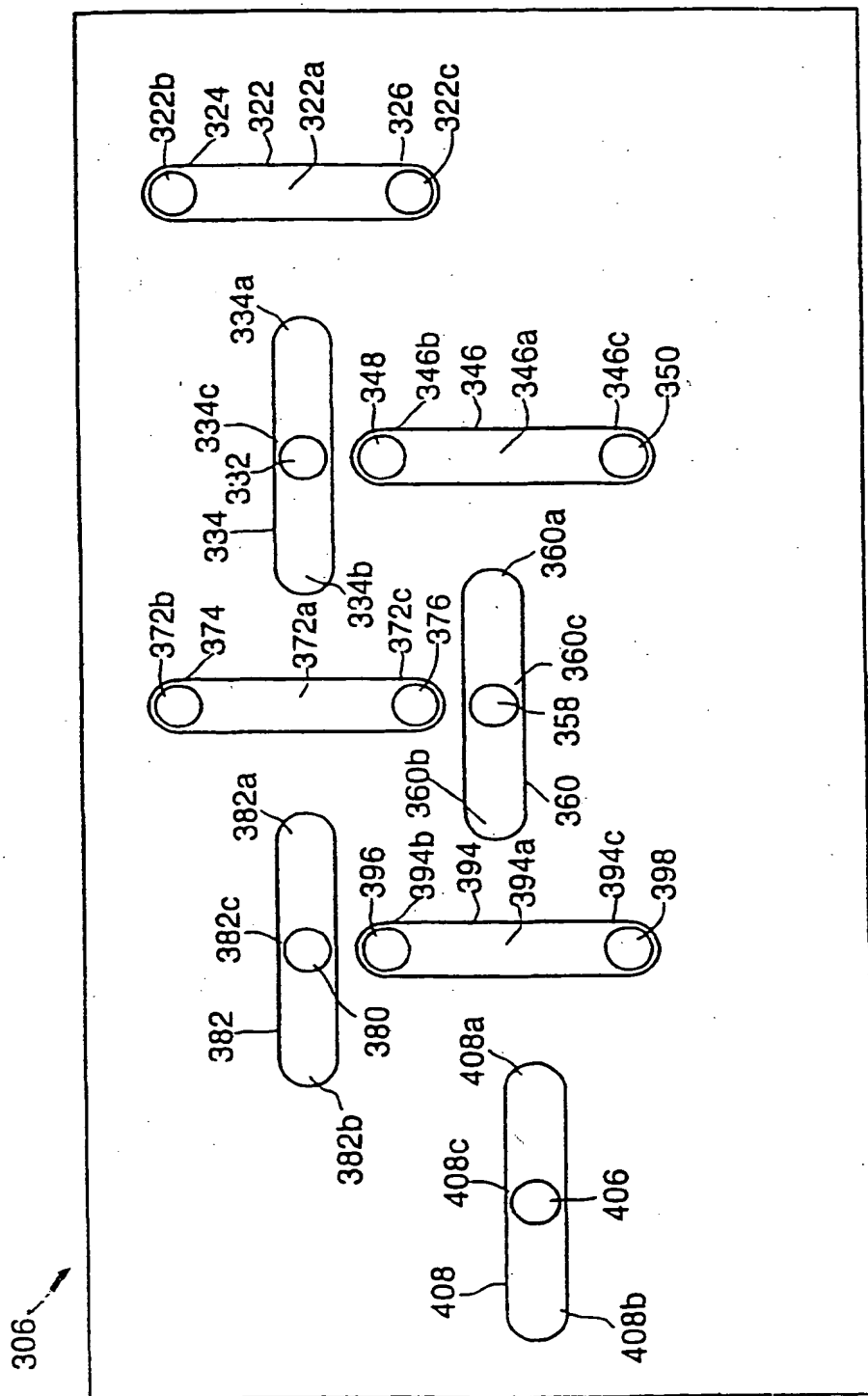


FIG. 14b

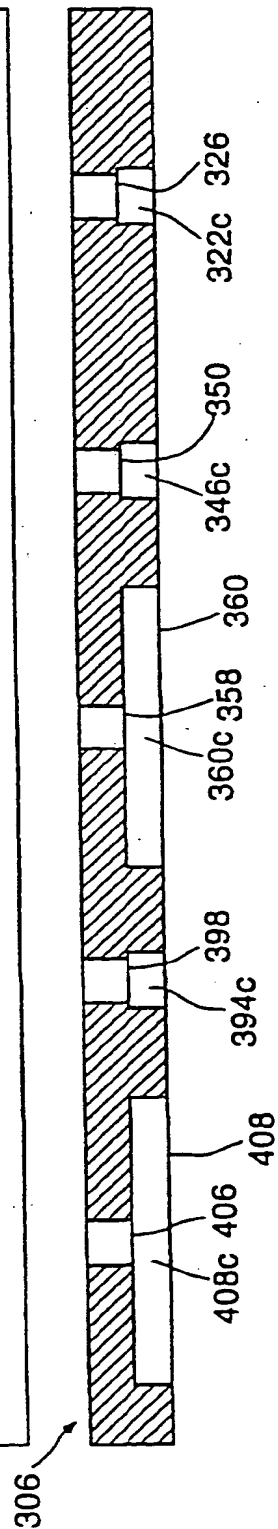


FIG. 15a

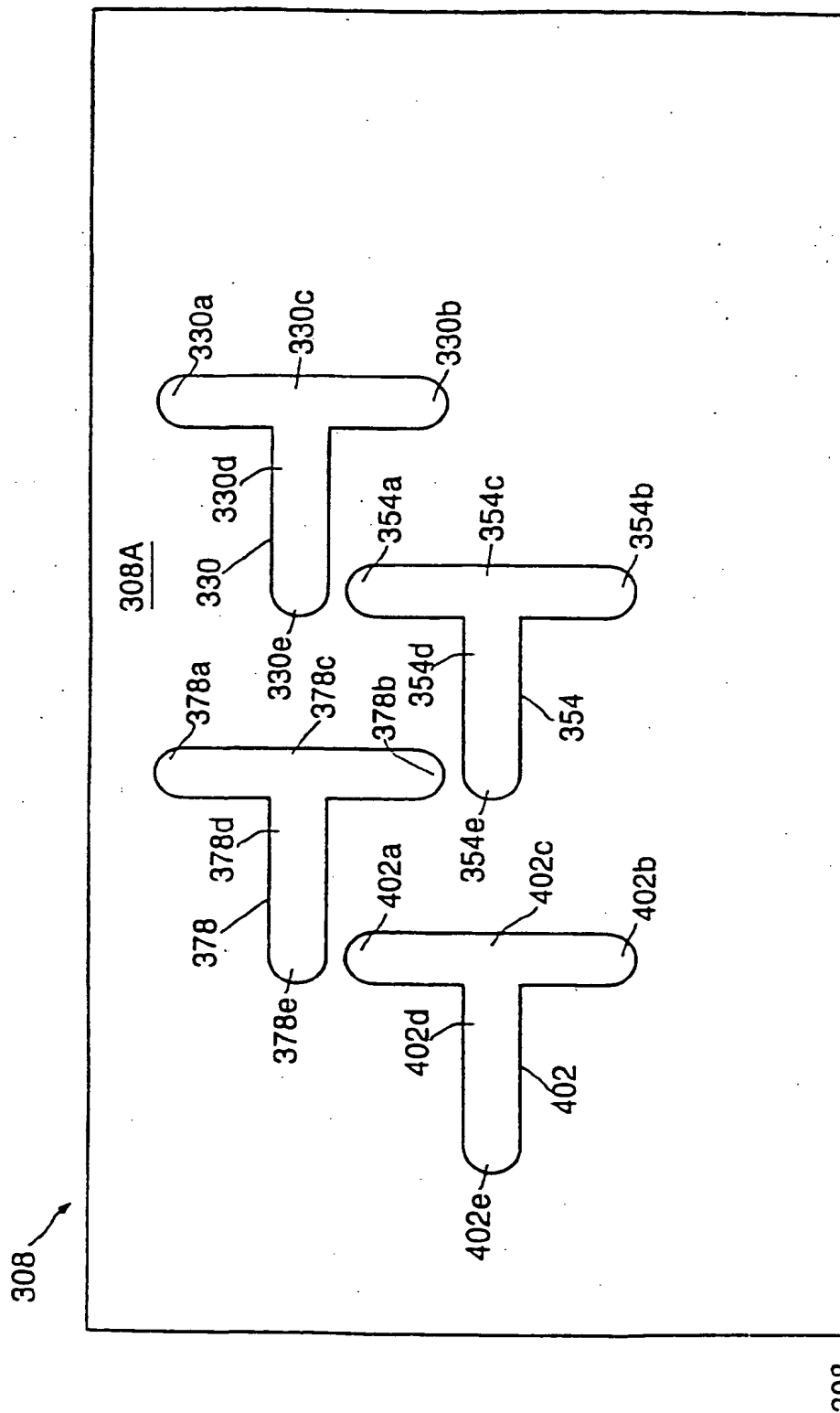


FIG. 15b

